INSTITUTUL POLITEHNIC IAȘI
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

PROF. DR. ING. C. BRANIȘTE
ASIST. EL. BOTEZ ASIST. FL. VASILESCU
ASIST. R. MATEI

INDRUMATOR
PENTRU LUCRĂRILE DE LABORATOR LA
MATERIALE DE CONSTRUCȚII
PARTEA I-A ȘI A II-A

1969

Scanned with OKEN Scanner

INSTITUTUL POLITEHNIC IAŞI
FACULTATEA DE CONSTRUCŢII

Prof. Dr. Ing. C. Branişte

asist.El..Botez asist.Fl. Vasilescu

asist.R. Matei

ÎNDRUMĂTOR
pentru lucrările de laborator

MATERIALE DE CONSTRUCŢII
Partea I-a şi a II-a

- 1968 -

Scanned with OKEN Scanner

Partea I

INTRODUCERE

Pentru a veni în ajutorul studenţilor din anul I şi II de la Facultatea de Construcţii, care efectuează lucrări practice la disciplina "Materiale de Construcţii", colectivul de la această disciplină a elaborat un îndrumător de laborator litografiat.

Indrumătorul pentru lucrări de laborator la materiale de construcţii cuprinde cele mai importante încercări fizico-mecanice ale materialelor cu utilizare largă în construcţii şi a celor moderne care se folosesc pe scară tot mai mare.

Lucrarea este împărţită în patru părţi.

În prima parte se tratează încercările fizico-mecanice ale lianţilor anorganici nehidraulici - argila, varul şi ipsosul şi a celor hidraulici - cimentul.

Partea a doua se ocupă cu studiul încercărilor fizico-mecanice ale pietrei naturale de construcţii, ale agregatelor, ale mortarelor şi ale betonului proaspăt şi întărit.

În partea a treia se studiază încercările fizico-mecanice ale produselor ceramice, ale materialelor bituminoase şi unele metode de înnobilarea metalelor.

Partea a patra cuprinde încercările fizico-mecanice ale materialelor de construcţii din lemn, mase plastice şi materiale de finisaj.

Cursul de "Materiale de Construcţii" predat studenţilor cuprinde tipurile de materiale de construcţii, compoziţia lor chimică şi structura fizică, domeniile de utilizare, principalele lor proprietăţi tehnice, acţiunile agresive care se pot exercita asupra lor din mediul înconjurător şi mijloacele de apărare contra lor.

Scanned with OKEN Scanner

În cursul se tratează încercările fizico-mecanice ale materialelor de construcţie.

Îndrumătorul de laborator descrie metodele de încercări fizico-mecanice la care sînt supuse materialele de construcţie atît înainte cît şi după punerea lor în lucrare.

Lucrările de laborator au scopul de a întregi cunoştinţele teoretice ale studenţilor cu cunoştinţele practice care se referă la executarea şi interpretarea corectă a cercetărilor efectuate asupra materialelor pentru a determina principalele lor caracteristici tehnice. Ele îi obişnuiesc cu metodele de cercetare ştiinţifică, care sînt atît de necesare oricărui specialist cu o calificare tehnică superioară.

Fiecare referat din îndrumătorul de laborator este alcătuit după un plan care cuprinde: generalităţi asupra materialului de construcţie respectiv (materia primă din care se obţine, compoziţia chimică şi structura lui), clasificări, domenii de întrebuinţare, condiţii tehnice şi condiţii de recepţie. Urmează apoi metodele de încercări fizico-mecanice ale materialului studiat.

La fiecare metodă de încercare se indică mai întîi principiul de lucru, apoi aparatura necesară şi modul de efectuare a determinării.

La sfîrşitul fiecărei determinări, se dă un exemplu de calcul pentru a uşura înţelegerea metodei de lucru.

Fiecare referat se termină cu un tabel centralizator în care se trec toate rezultatele încercărilor fizico-mecanice efectuate asupra materialului respectiv.

După tabelul cu rezultatele încercărilor fizico-mecanice efectuate conform standardelor în vigoare, se trag concluziile asupra materialului de construcţie studiat.

Lucrarea de faţă se adresează studenţilor de la Facultatea de Construcţii care studiază disciplina "Materiale de Construcţii" dar poate fi folosit şi de inginerii constructori în laboratoarele de şantier pentru studiul caracteristicilor fizico-mecanice ale materialelor de construcţie.

Scanned with OKEN Scanner

Capitolul I
A R G I L E L E

A. GENERALITĂŢI.

Argilele fac parte din grupa lianţilor minerali naturali, deoarece se găsesc în natură constituind cca 7o % din totalitatea rocelor sedimentare de la suprafaţa litosferei.

Se mai numesc lianţi nehidraulici, deoarece se întăresc numai în mediul uscat, iar după întărire nu rezistă la acţiunea directă a apei.

Argilele sînt formate din granule lamelare de mărime de cel mult 2.10^{-3} cm.

Avînd o suprafaţă specifică mare şi caracter hidrofil, argilele absorb uşor apa, mărindu-şi volumul la umezire şi contractîndu-se puternic la uscare,din care cauză fisurează şi crapă.La acţiunea directă a apei în cantitate mare, argilele nu sînt stabile, ci se dispersează în apă, dînd suspensii în paste. Datorită acestui fapt, s-au creat metode pentru a face argilele mai puţin sensibile la variaţiile de umiditate şi chiar acţiunea directă a apei obţinîndu-se produse îmbunătăţite, numite argile stabilizate.

Argilele se formează prin degradarea rocilor feldspatice, din scoarţa pămîntului asupra cărora acţionează oxigenul şi bioxidul de carbon, ce se găsesc dizolvaţi în apele de infiltraţie.

Procesul de formare a argilelor are loc la suprafaţa scoarţei pămînteşti, începînd cu alterarea feldspaţilor în bazinele de colectare a rîurilor, continuîndu-se şi în zonele de transport şi depunere.

Scanned with OKEN Scanner

Cu această ocazie fenomenele de dezintegrare şi eroziune a scoarţei se suprapun celor de alterare avînd ca rezultat impurificarea şi fărîmiţarea pînă la dimensiuni coloidale a tuturor rocilor întîlnite.

In timp ce caolinele se pot obţine cu o puritate de 100%, argilele constituie un amestec complex heterogen în compoziţia căruia caolinul intră în proporţii variabile.

În constituţia argilelor, în afară de caoline, se găsesc multe minerale sau substanţe sub formă de impurităţi foarte variate din punct de vedere mineralogic. Felul acestor impurităţi depinde de condiţiile de formare a argilelor, de natura petrografică a regiunilor parcurse şi de fenomenele ulterioare la care a luat parte. Argila conţine în mod curent cuarţ, mică, feldspat, silice coloidală şi amorfă, alumino-silicaţi hidrataţi, carbonaţi de calciu şi de magneziu, hidroxizi de aluminiu şi de fier, humus, cărbuni, gudroane, mai rar poate să conţină compuşi de titan şi de mangan, bitum etc.

În afară de mineralele menţionate, argilele conţin cantităţi variabile de nisip şi pufar.

Nisipul poate proveni din sfărîmarea cuarţului (prezenţa nisipului se recunoaşte prin scîrţîitul ce se aude atunci cînd frecăm argila cu unghia pe o placă de sticlă).

In cazul cînd argila conţine o cantitate mare de nisip prezenţa lui se poate recunoaşte imediat deoarece este aspru la pipăit.

Pufarul este un reziduu rezultat în urma fenomenelor de alterare a rocilor din care a provenit argila. La aspect se aseamănă cu un nisip foarte fin şi moale la pipăit (diferenţă faţă de argilă).

Componenţii argilei sînt de două categorii: unii care se pot separa pe cale mecanică, iar alţii care nu pot fi separaţi nici prin spălare.

Prin cernere şi spălare se pot separa pirita, marcasita, calcarele, cuarţul şi resturile de feldspaţi. Componenţii care nu pot fi spălaţi sînt: alumina, silicea coloidală, sărurile alcaline, sărurile de calciu şi magneziu care au fost absorbite

de argilă. De asemenea mai conţine minerale foarte fin grăunţoase cum ar fi compuşi de Ti, V, Zn şi diferite săruri organice.

Factorii care iau parte la formarea argilelor sînt mult mai numeroşi şi mai diverşi decît la caoline, întrucît formarea lor nu se mai petrece numai pe loc ci şi în timpul transportului care se face uneori în mai multe etape, pe distanţe şi în regiuni de constituţie petrografică foarte variată.

Din această cauză nu există două argile care să aibă aceeaşi constituţie.

Mai mult chiar diferitele straturi de argilă din aceleaşi zăcăminte au compoziţii diferite.

Datorită frecării particolelor de argilă între ele şi de particolele materiilor adăugate în timpul transportului, a frecării de malurile rîurilor şi de patul lor de curgere, ele se mărunţesc mereu, încît de la un timp devin de dimensiuni coloidale (diametru sub 3μ).

Astfel argilele ajung nişte suspensii fine în apă, asemenea soluţiilor coloidale în tipul hidrosolurilor. De îndată ce viteza de curgere a apelor se micşorează suficient, argilele se depun în toate depresiunile (văi, funduri de lacuri, mări), unde hidrosolurile se coagulează sub formă de geluri.

Culoarea variată a argilelor se datoreşte prezenţei unor substanţe organice (dispersii de cărbune, bitum, gudroane), a hidroxizilor de fier şi a sărurilor de fier ale acidului tanic. De asemenea culoarea variază şi în funcţie de concentraţia ionilor de H^+ şi OH^- şi de gradul de solubilitate a fierului.

<u>Compoziţia chimică şi structura argilelor.</u>

Argilele sînt complecşi de silico-aluminaţi hidrataţi, proveniţi din degradarea feldspaţilor, prin acţiunea intemperiilor şi a soluţiilor de săruri din scoarţa pămîntului.

Din punct de vedere chimic, argilele corespund la următoarea formulă:

$$mSiO_2 \cdot n\ Al_2O_3 p \cdot H_2O$$

Argilele sînt însoţite de resturi de feldspaţi nealteraţi, nisip, mică şi alte minerale, dintre care cele mai importante sînt oxizi de fier, pirita şi carbonaţi de calciu sau de magneziu.

În funcţie de raportul m/n se pot deosebi mai multe tipuri de argile dintre care cele mai importante sînt:

Argilele caolinitice, care au raportul m/n aproximativ 2.

Componentul principal este caolinul cu formula chimică $2SiO_2 \cdot Al_2O_3 \cdot 2H_2O$.

Argilele montmorillonitice, care au raportul m/n aproximativ 4.

Componentul principal este montmorillonitul cu formula chimică $4SiO_2 \cdot Al_2O_3 \cdot H_2O$.

Formarea particulelor de argilă.

Principalele tipuri de feldspaţi din natură sînt:

1. Albitul (feldspatul sodic) cu formula chimică $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ ($Na_2Al_2Si_6O_{16}$).

2. Anortitul (feldspatul calcic) cu formula chimică, $CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ ($CaAl_2Si_2O_8$).

3. Ortoza (feldspatul potasic) cu formula chimică, $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ ($K_2Al_2Si_6O_{16}$).

Aceşti feldspaţi pot cristaliza împreună în diverse proporţii şi formează feldspaţi calcosodici şi patasosodici.

Asupra feldspaţilor acţionează apa din pămînt sau apa de precipitaţie şi îi disociază sub forma:

Albitul:

$$Na_2Al_2Si_6O_{16} = 2Na^+ + (Al_2Si_6O_{16})^{2-}$$

Anortitul:

$$CaAl_2Si_2O_8 = Ca^{2+} + (Al_2Si_2O_8)^{2-}$$

Scanned with OKEN Scanner

Ortoza:

$$K_2Al_2Si_6O_{16} = 2K^+ + (Al_2Si_6O_{16})^{2-}$$

Ionii pozitivi de Na^+, Ca^{2+}, K^+, sînt îndepărtaţi prin hidroliză, iar în reţeaua cristalină se leagă chimic apa.

În urma acţiunii apei cristalele de feldspaţi se descompun în particole lamelare de cel mult 5μ, ce formează argilele.

Particulele de argilă sînt formate din planuri de acizi silicici şi hidroxid de aluminiu, care se formează în timp prin hidratarea SiO_2 şi a Al_2O_3 după reacţiile:

$$2SiO_2 + 2H_2O = 2H_2SiO_3 \longrightarrow H_4SiO_6 \xrightarrow{-H_2O} H_2Si_2O_5$$

acid silicic

$$Al_2O_3 + 3H_2O = 2Al(OH)_3 \longrightarrow Al_2(OH)_6$$

hidroxid de aluminiu

Între planurile aşezate paralel unele faţă de altele, se produce o neutralizare (acid şi bază) şi se pune în libertate apă.

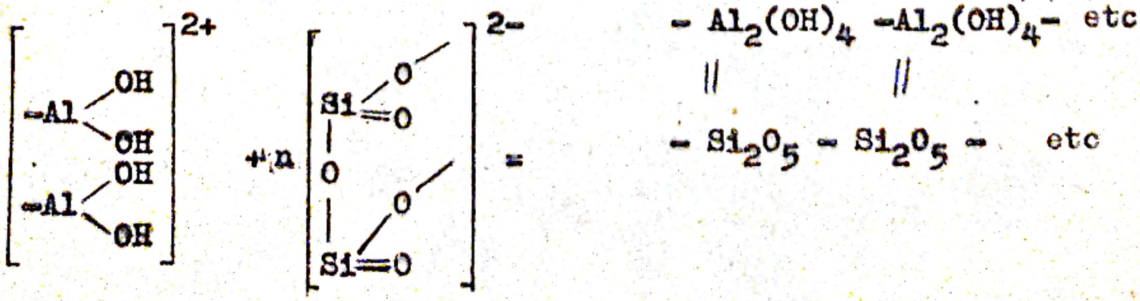
Reacţia de neutralizare la argila caolinitică, se face după reacţia:

$$Al_2(OH)_6 + H_2Si_2O_5 = \left[Al_2(OH)_4\right]^{2+} + \left[Si_2O_5\right]^{2-} + 2H_2O$$

$$\left[Al_2(OH)_4\right]^{2+} + \left[Si_2O_5\right]^{2-} = Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$$

argila caolinitică

Structura argilei caolinitice este:



Deshidratarea la argila montmorillonitică, se face între un plan central de hidroxid de aluminiu şi două planuri de acid silicic.

$$4SiO_2 + 4H_2O = 4H_2SiO_3 \longrightarrow 2H_4Si_2O_6 \xrightarrow{-H_2O} 2H_2Si_2O_5$$

$$Al_2O_3 + 3H_2O = 2Al(OH)_3 \longrightarrow Al_2(OH)_6$$

Reacţia de neutralizare la argilele montmorillonitice este:

$$Al_2(OH)_6 + 2H_2Si_2O_5 = \left[Al_2(OH)_2\right]^{4+} + 2\left[Si_2O_5\right]^{2-} + {}_4H_2O$$

$$\left[Al_2(OH)_2\right]^{4+} + 2\left[Si_2O_5\right]^{2-} = Al_2O_3.4SiO_2.H_2O$$

argilă montmorillonitică.

Structura argilei montmorillonitice este:

$$\begin{array}{c} -Si_2O_5-Si_2O_5- \\ \quad\|\qquad\quad\| \\ -Al_2(OH)_2-Al_2OH)_2- \\ \quad\|\qquad\quad\| \\ -Si_2O_5-Si_2O_5- \end{array}$$

Structura lamelară a argilelor şi caracţerul lor puternic hidrofil explică unele proprietăţi ale lor. De exemplu în mediul umed, apa pătrunde între granulele lamelare de argilă, se absoarbe pe suprafaţa lor, le îndepărtează unele de altele şi ca urmare argila se umflă.

În mediul uscat, fenomenul are loc invers, apa se evaporă treptat dintre lamelele granulare de argilă, granulele se apropie unele de altele şi argila se contractă.

Plasticitatea argilei se explică tot datorită structurii. Prin amestecarea argilei cu apa, peliculele de apă de pe suprafaţa granulelor de argilă, funcţionează ca lubrefianţi şi permit granulelor să alunece unele peste altele dind deformarea plastică.

Scanned with OKEN Scanner

Dintre cele două tipuri de argile (caolinitice şi montmorillonitice) acelea caolinitice au o plasticitate mai mică, de aceea sînt mai indicate pentru industria produselor ceramice.

Pentru fabricarea lianţilor, sînt indicate argilele montmorillonitice fiind mai active din punct de vedere chimic.

B. PROPRIETĂŢILE ARGILELOR.

La fabricarea materialelor ceramice au loc în argile fenomene chimice şi fizice, care se pot observa şi urmări în decursul procesului tehnologic.

Acestea se datoresc proprietăţilor argilelor, care se manifestă diferit în etapa iniţială de fabricaţie (la temperatura obişnuită) faţă de cea finală (la temperatura de ardere).

Proprietăţile argilelor la temperatura obişnuită.

Argilele se comportă la temperatura obişnită în mod diferit, după cum sînt în stare uscată sau amestecate cu apă sub forma unei paste plastice.

Proprietăţile pe care le are argila, cînd se află în stare de pastă plastică, se datoresc structurii sale coloidale şi reţelei cristaline reticulare.

În masa plastică de argilă, moleculele de apă absorbite de particolele lamelare, formează mai multe straturi suprapuse.

Primul strat absorbit formează apa de higroscopicitate şi este stratul cel mai legat de particulele lamelare de argilă.

Al doilea strat formează apa peliculară şi este legat mai slab ca primul.

În afară de apa de higroscopicitate şi cea peliculară, argila mai conţine apă legată chimic (apa de cristalizare).

Prin evaporarea apei de higroscopicitate şi a celei peliculare din pasta de argilă, particulele de argilă se apropie unele de altele, se produce o contracţie la uscare, pasta de argilă se fisurează şi crapă.

În argilă au loc reacţii chimice între ionii apei, anionii argilei şi cationii metalici ai elementelor care alcătuiesc argila.

La periferia particulelor de argilă, pe colţuri şi pe muchii, reţeaua cristalină este distrusă.

În locul unde este distrusă reţeaua cristalină, apar sarcini electrice negative, se formează un potenţial electric, întrucît nu mai există echilibru reciproc de sarcini în reţeaua nedistrusă. Astfel rezultă macroanionul argilos, care unindu-se cu H^+ formează acidul argilos.

Cu cationii metalici (Na^+, K^+, Li^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Fe^{2+}, Al^{3+}) sau cu radicalii minerali sau organici cu sarcini pozitive, macroanionul argilos dă sărurile coloidale respective.

Prin procesul de disociere a acidului argilos sau a sărurilor coloidale formate, se separă macroanionii, cu sarcini electrice negative, care împreună cu anionii din mediul dispersant provoacă o respingere a particulelor , ceea ce duce la dispersarea mai fină a argilelor.

Proprietăţile argilelor la temperaturi înalte.

În funcţie de temperatură argila se comportă diferit. Pînă la 110°C argila îşi pierde toată apa peliculară şi de higroscopicitate, volumul argilei se reduce, are loc contracţia la uscare.

La ridicarea temperaturii pînă la 500°C în argilă nu se produce nici o modificare fizică sau chimică, deoarece la amestecarea cu apa argila arsă pînă la această temperatură dă din nou amestecuri plastice, ceea ce confirmă că deshidratarea produsă la 110°C este reversibilă.

La temperatura de 500°C, argila pierde apa de cristalizare, reţeaua cristalină este distrusă, iar SiO_2 şi Al_2O_3 devin activi din punct de vedere chimic. Această transformare a argilei este ireversibilă, masa de argilă devine poroasă.

Dacă se continuă încălzirea peste 750°C, masa de argilă deşi este poroasă începe să capete rezistenţă din cauza reacţiei chimice dintre SiO_2 şi Al_2O_3.

Peste 1000°C, porozitatea începe să dispară şi apare fenomenul de clincherizare, argila se topeşte parţial. Această topire parţială sau clincherizare a argilei este datorită SiO_2

rămas liber (de la formarea mulitului) şi a unor impurităţi din argilă, de exemplu: granule mici de feldspat şi oxizi de fier, care împreună cu SiO_2 formează amestecuri eutectice cu puncte de topire scăzute faţă de mulit.

Formarea mulitului schematic se poate reprezenta astfel:

$$\underset{\text{caolinit}}{Al_2O_3.2SiO_2H_2O} \xrightarrow{500 - 600^oC} \underset{\text{metacaolinit}}{Al_2O_3.2SiO_2} \xrightarrow{900^oC} \underset{\text{oxizi activi}}{Al_2O_3 + SiO_2}$$

$$1600^oC \quad 3\left[Al_2O_3.2SiO_2\right] + SiO_2 \xrightarrow{1200-1300^oC} \underset{\text{mulit}}{3Al_2O_3.2SiO_2} + 4SiO_2.$$

După multe cercetări s-a ajuns la concluzia că mulitul este stabil numai la temperaturi ridicate, iar prin răcirea lui are loc o descompunere în oxid de aluminiu fin dispersat şi în silimanit $Al_2O_3.2SiO_2$ orientat după reţeaua mulitului, denumit pseudomulit.

$$\underset{\text{mulit}}{3Al_2O_32SiO_2} \rightleftharpoons \underset{\text{pseudomulit}}{2(Al_2O_3.SiO_2)} + Al_2O_3$$

Procesul de clincherizare poate continua pînă la vitrificare.

În timpul formării mulitului produsul ceramic suferă o nouă contracţie care se numeşte **retragere la ardere.**

Produsele clincherizate şi vitrificate au rezistenţe mecanice foarte mari.

La temperaturi mult ridicate, argila începe să se înmoaie sub propria sa greutate şi se topeşte.

Temperatura la care se înmoaie argila sub propria sa greutate, se numeşte **punct de refractaritate.**

După refractaritate argilele se împart:

-argile fuzibile cu refractaritatea în jurul temperaturii de 1100°C.

- argilele vitrificabile cu refractaritatea în jurul temperaturii de 1500°C.

- argile refractare cu refractaritatea peste 1580°C.

În funcţie de natura argilei şi de temperatura de ardere, din argilă se pot fabrica produse poroase şi produse compacte.

Argilele fuzibile prin ardere sub 1000°C dau produse poroase.

Argilele vitrifiabile prin ardere peste 1000°C dau produse clincherizate sau vitrificate.

Argilele refractare arse la 1300° - 1500°C dau produse refractare.

C. ÎNCERCĂRI FIZICE ŞI MECANICE.

Încercările fizice şi mecanice ale argilelor întrebuinţate la fabricarea produselor ceramice sînt:

1. umiditatea;
2. textura (granulaţia);
3. apa de fasonare;
4. plasticitatea;
5. aptitudinea de legare faţă de degresanţi;
6. contracţia (la uscare şi ardere);
7. porozitatea;
8. punctul de vitrificare şi topire;
9. refractaritatea;
10. mărimea granulelor de calcar;
11. constanta volumului;
12. rezistenţa la compresiune;
13. rezistenţa la încovoiere în stare uscată şi la temperatură înaltă sub greutate proprie;
14. rezistenţa la temperatură înaltă, sub sarcină;
15. puterea liantă.

Luarea şi pregătirea probelor.

Din fiecare lot de recepţie se ia o probă medie, scoţînd la întîmplare, din cel puţin 10 locuri diferite, cîte o cantitate de argilă astfel calculată ca proba să fie suficientă pentru încercările care se efectuează.

Cantităţile necesare pentru fiecare din încercările prevăzute în prezentul standard, sînt indicate informativ în tabelul nr. 1.

Pentru efectuarea tuturor încercărilor prevăzute, cantitatea necesară este de circa 30 kg.

Tabelul nr.1

Încercări	Cant. kg	Încercări	Cant. kg
-Umiditate	1.5	-Porozitate	3.0
-Textura(granulaţie)	3.0	-Punct de vitrificare şi topire	8.0
-Apă de fasonare	0.5	-Refractaritate	0.5
-Plasticitate	1.0	-Rez.la temperatură înaltă sub sarcină	0.5
-Putere liantă	1.2	-Mărimea granule calcar	4.0
-Aptitudine de legare faţă de degresanţi	1.0	-Constanta volumului	3.0
-Contracţie	3.0	-Rez.la compresiune	3.0
-Rezistenţă la încovoiere în stare uscată şi la temp. înaltă sub greut.propr.	1.5		

Întreprinderile care întrebuinţează argile provenite din cariere proprii, vor lua proba ca mai sus, din producţia unei singure zile, o dată la fiecare 3 luni, sau de cîte ori se schimbă compoziţia straturilor.

Proba este fărîmiţată în bulgări de mărimea unei nuci, prin loyirea argilei cu un ciocan de lemn, după care se omogenizează.

In cazul cînd beneficiarul a cerut încercări de recepţie pentru controlul argilei livrate, proba se împarte în două porţiuni egale, fiecare din acestea se ambalează în cîte o cutie de lemn etichetată şi sigilată. Una serveşte la alcătuirea probelor supuse încercărilor, iar cealaltă serveşte pentru alcătuirea contraprobelor în vederea încercărilor, care se efectuează în caz de contestaţie.

Etichetele vor conţine:

- denumirea şi adresa carierei;

- calitatea argilei şi numărul standardului corespunzător;
- numărul lotului şi al vagonului;
- data luării probei;
- numele şi semnătura persoanei, care a luat proba;
- numele beneficiarului.

Contraproba va fi păstrată timp de 45 zile.

Determinarea umidităţii.

Se cîntăreşte la balanţa tehnică, cu o precizie de o,o2 g, loo g de argilă, într-o fiolă cu capac, uscată şi tarată în prealabil. Se usucă apoi argila în etuvă, la llo - 12o°C pînă la greutate constantă (diferenţa între două cîntăriri consecutive mai mică decît o,o2 g).

$$\% \text{ Umiditate} = \frac{G - G_1}{G} \cdot loo$$

unde:

G - greutatea argilei luate pentru determinare ,în g

G_1 - greutatea argilei uscate, în g.

În cazul cînd determinarea se face la un interval de timp mai lung de la luarea probei, argila destinată pentru determinarea umidităţii (1-1,5 kg),se închide într-un borcan de sticlă cu dop ceruit. Dacă atunci cînd are loc încercarea, se observă în interiorul borcanului condensări de apă pe pereţi, înainte de a se deschide, borcanul este lăsat la căldură,eventual chiar pe o baie de apă, pînă cînd condensatul dispare; borcanul nu trebuie deschis decît după ce s-a răcit.

Exemplu de calcul.

Să se calculeze umiditatea unei argile, la care greutatea probei umede este 43 g, iar a probei uscate în etuvă la llo - 12o°C este de 38 g

$$U\ \% = \frac{G - G_1}{G} \cdot loo$$

$$U\ \% = \frac{43 - 38}{43} \cdot loo = 11,6$$

Determinarea granulației (texturii) la argile.

Granulația este determinată de forma și mărimea granulelor. Această determinare dă indicații și asupra gradului de puritate a argilei.

Cunoscînd natura impurităților, se poate aproxima culoarea ce se va obține după arderea argilei.

De asemenea, în mare măsură, de granulația argilei depinde: plasticitatea, ușurința de uscare și de fisurare, precum și viteza de îmbibare cu apă.

Granulația argilelor se poate determina prin două metode: a) prin sedimentare; b) prin cernere.

a) Analiza granulometrică prin sedimentare. Determinarea constă în stabilirea procentuală a granulelor de diferite mărimi, care intră în alcătuirea unei argile, atunci cînd aceasta este adusă în stare de dispersie.

După clasificarea zecimală (scara Akerberg), particolele care alcătuiesc materialele argiloase se împart în mai multe categorii denumite fracțiuni granulometrice, conform tabelului nr. 2.

Tabelul nr.2

Fracțiuni granulometrice la argile.	mm	Valori limită ale diametrelor microni
Argilă	0,002	2
Praf (mîl)	0,02-0,002	20-2
Nisip fin(mărunt)	0,2 -0,02	200-20
Nisip mare	2 -0,2	2000-200
Pietriș	2	2000

Analiza granulometrică prin sedimentare, stabilește raportul între viteza de cădere a particulelor și mărimea lor, atunci cînd acestea se află într-un mediu fluid. Legea lui Stockes stă la baza calculului în analiza granulometrică prin sedimentare:

$$V = \frac{2}{g} \cdot r^2 g \left(\frac{\rho_m - \rho_1}{\eta}\right)$$

în care:

v = viteza de cădere a particulei, cm/sec.

r = raza particulei, cm

ρ_m = masa specifică a particulei, g/cmc.

ρ_l = masa specifică a mediului dispersant, g/cmc

g = accelerația gravitației = 981 cm/sec^2

η = vîscozitatea dinamică a mediului dispersant, g cm/sec.

Cunoscînd V în cm, se poate calcula timpul t în secunde, în care particula parcurge o înălțime de cădere H cm

$$t = \frac{H}{V}$$

Formula lui Stockes este recomandabil a fi întrebuințată numai pentru particule cu diametrul cuprins între 1-100 .

Determinarea granulației prin sedimentare prin metoda Sabanin.

Aparatura.

- Aparatul pentru determinare (fig. 1) este construit dintr-un pahar gradat (2) cu diviziuni în centimetri trasate de jos în sus, un sifon (3) susținut de un suport metalic (1) prevăzut cu o placă (6), a cărei poziție se poate regla prin șuruburi de calare.

- Două vase de colectare (un vas V_1 de 5 litri capacitate și altul V_2 de 1,5 - 2,1 capacitate (4).

-Bagheta de sticlă cu garnitură de cauciuc (5)

- Cronometru

- Nivelă

- Vas conic de 200 - 250 ml, prevăzut cu refrigerent ascendent.

Efectuarea determinării.

Se cîntăresc 10 g argilă cu precizie de 0,01 g și se cern prin sita cu țesătură de sîrmă nr.1 STAS 1077-50; restul se

frămîntă uşor între degete şi se cerne din nou, operaţia repetîndu-se pînă cînd pe sită rămîn numai granulele care nu se mai fărîmă prin frămîntare. Aceste granule sînt amestecate cu materialul cernut; din el se cîntăresc 4-5 g la balanţa analitică într-o fiolă tarată şi se ţin în etuvă la 110°-120°C pînă la greutate constantă (Gs).

Substanţa se trece cantitativ în vasul conic în care se fierbe cu circa 100 ml apă distilată, timp de 1 oră. După răcire, lichidul se trece într-o capsulă printr-o sită nr. 025 STAS 1077-50, care se poate deplasa în capsulă de sus în jos, ca să treacă complet materialul fin.

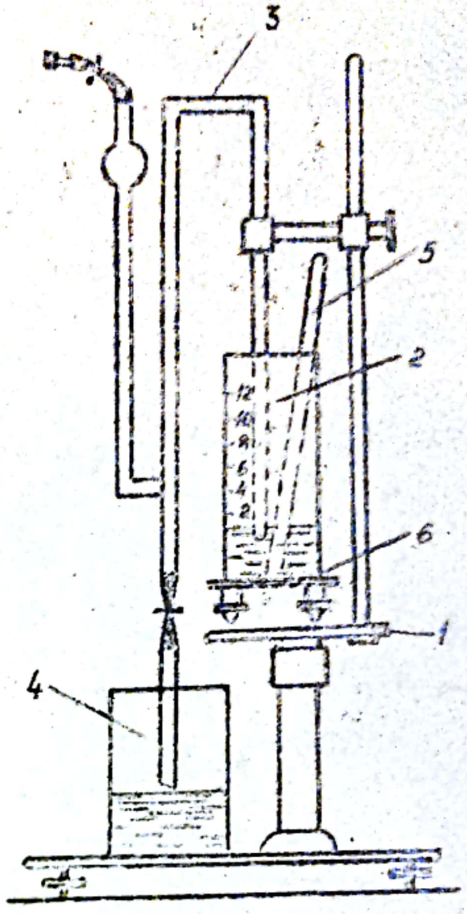


Fig. 1

Cînd nu mai rămîn pe sită decît granule mai mari ca 0,25 mm sita se spală bine cu apă; controlul acestei spălări se face ţinînd sita deasupra unei alte capsule curate şi continuînd spălarea; dacă pe fundul capsulei, se depun particule de material, acestea se adaugă suspensiei din prima capsulă. Sita cu granulele rămase se usucă în etuvă la 110-120°C pînă la greutate constantă.

Dacă după uscare, bătînd uşor pe marginea sitei mai trece material prin ochiurile ei, acesta se adaugă la suspensia din capsula nr.1. Reziduul de pe sită se cîntăreşte la balanţa analitică (G); greutatea acestui rest se raportează în procente, la greutatea substanţei luate pentru determinare şi se obţine astfel procentul de particule (în greutate) mai mari ca 0,25 mm.

$$\% \text{ Particule mai mari ca } 0{,}25 \text{ mm} = \frac{G}{Gs} \cdot 100$$

în care:

G = greutatea restului pe sita nr.o 25, în g

Gs = greutatea materialului luat pentru determinare, în g.

Pregătirea aparaturii se face astfel: se reglează placa (6) aducînd-o la orizontală, se aşează paharul (2) pe placă, se umple sifonul (3) cu apă şi se prinde în clema suportului metalic (1), în aşa fel ca gura lui de aspiraţie, să se găsească cu 2 mm sub semnul 2 de pe pahar.

Suspensia din capsula nr. 1 se agită bine, se lasă în repaus 2o-25 secunde apoi se decantează încet într-o capsulă (nr.2) unde se lasă în repaos 45-6o secunde. Din capsula nr.2 se toarnă lichid în paharul (2) pînă la diviziunea 4, se amestecă bine cu bagheta (5), se lasă liniştit exact 1oo secunde, după care se deschide clema sifonului lăsînd să curgă pînă cînd lichidul din pahar ajunge la diviziunea 2. Lichidul se strînge în vasul V_1. Prin această operaţie se trece în vasul V_1 suspensia dintre semnele 4 şi 2, care este suspensia ce conţine particulele cu diametrul sub o,ol mm. Restul de suspensie care rămîne în capsula nr. 1 se completează după nevoie, cu apă, se agită, se lasă 2o-25 secunde, se decantează în capsula nr.2, se lasă 45-6o secunde şi se trece în pahar pînă la diviziunea 4; se agită cu bagheta, se lasă exact 1o secunde şi se transvazează în acelaşi vas V_1.

Materialul care a rămas în capsula nr.1 se freacă uşor de pereţii capsulei cu degetul, de preferinţă îmbrăcat într-un deget de cauciuc; după aceasta, se repetă operaţiile descrise mai sus, pînă cînd reziduul din capsula nr.1 nu mai dă prin frecare particule care să rămînă în suspensie în apă, după 6o secunde. In acest moment, lichidul din capsula nr. 2 se trece în întregime în pahar, se agită, se lasă exact 1oo secunde şi se transvazează în V_1.

Operaţiile se repetă adăugînd apă în pahar, pînă cînd după agitare şi repaus de 1oo secunde lichidul se limpezeşte;

ceea ce înseamnă că particulele de o,ol mm sau mai mici, au fost complet separate şi se găsesc în vasul V_1.

Pentru control se aşează gura sifonului cu 2 mm sub diviziunea 6 se toarnă apă distilată, pînă la diviziunea 12 şi se agită; dacă după un repaus de 3o secunde, coloana de lichid dintre diviziunile 6 şi 12 nu rămîne limpede, se transvazează pînă la diviziunea 6; se toarnă din nou apă pînă la diviziunea 12, se agită şi se fac observaţii din nou; după 3o secunde se repetă operaţia, pînă cînd, după repausul indicat, se obţine o coloană limpede între aceste două diviziuni.

Pentru separarea particulelor între o,25 şi o,ol mm,suspensia din pahar se amestecă cu bagheta şi se lasă 3o secunde în repaus. Se transvazează pînă ce nivelul lichidului ajunge la diviziunea 6; lichidul se scurge în vasul V_2, ducînd cu el particulele între o,o5-o,ol mm. Operaţia se repetă pînă lichidul dintre diviziunile 6 şi 12 rămîne limpede, după 3o seçunde. In pahar au rămas numai particulele între o,25 şi o,o5 mm.Astfel s-a realizat separarea materialului în următoarele fracţiuni:

-granule mai mari ca o,25 mm, rămase pe sita nr. o25;
- granule între o,25-o,o5 mm, care rămîn în suspensia din pahar;
- granulele între o,o5 şi o,ol mm, trecute în suspensia din vasul V_2.
- granulele de o,ol mm şi mai mici, trecute în suspensia din vasul V_1.

Suspensiile respective, sînt lăsate să decanteze 24 ore se sifonează apă limpede, se evaporă pe baie pînă la sec în cîte o capsulă tarată şi se usucă la 11o-12o°C pînă la greutate constantă. Greutatea fracţiunilor se raportează în procente, la greutatea substanţei iniţiale (G_s) luată pentru determinare.

Determinarea texturii prin cernere.

Determinarea granulaţiei prin cernere, se face cu ajutorul sitelor cu ţesătură de sîrmă nr. o6; .o2; .oo9 şi oo6.

- Determinarea restului pe sita nr. o6.

Se cîntăreşte 1 kg argilă cu precizia de o,5 g,se adaugă 5 litri apă şi se agită bine cu o lingură de lemn,pînă se obţine o barbotină,care se trece prin sita nr. o6. Dacă prin agitare argila nu se desface barbotina se fierbe. Restul de pe sită se trece apoi cantitativ într-un filtru curat, filtrul se usucă în etuvă la llo.....12o°C şi se lasă să se răcească în exsiçator; restul se trece într-o capsulă tarată şi se cîntăreşte.

Restul pe sita nr.oϕ, raportat la materialul uscat, se calculează astfel:

$$\% \text{ Rest} = \frac{Gr}{Gu} \cdot loo$$

$$\% \text{ Rest} = \frac{Gr}{looo - lo\,U} \cdot loo$$

unde:

- Gr = greutatea restului brut determinat pe sita nr.o6, în g
- Gu = greutatea materialului uscat, în g
- U = umiditatea argilei brute luate pentru determinare, în procente.

- Determinarea resturilor pe celelalte site se face în mod similar, trecînd barbotina împreună cu apele de spălare prin sita respectivă; restul rămas pe sită se spală,pînă cînd apa de spălare trece limpede, apoi se procedează la fel ca mai înainte, raportîndu-se la materialul uscat.

Exemplu de calcul.

Să se stabilească textura prin cernere (la 1 kg argilă) ştiind că după spălare şi uscare pe cele 4 site reziduurile rămase sînt: 3,6 g pe sita nr.o6; 26,2 g pe sita nr.o2; 52,4 g pe sita nr.oo9 şi 59,6 g pe sita nr. oo6.

$$\% \text{ Rest} = \frac{Gr}{Gu} \cdot loo$$

Pentru sita nr o6 (loo ochiuri/cm^2) reziduul va fi:

$$\% \text{ Rest } o6 = \frac{3,6}{1ooo} \cdot 1oo = o,36$$

Pentru sita nr o2 (9oo ochi/cm^2) reziduul va fi:

$$\% \text{ Rest } 2 = \frac{26,2}{1ooo} \cdot 1oo = 2,62$$

Pentru sita nr.oo9(49oo ochi/cm^2) reziduul va fi:

$$\% \text{ Rest } oo9 = \frac{52,4}{1ooo} \cdot 1oo = 5,24$$

Pentru sita nr.oo6(1o.ooo ochi/cm^2) reziduul va fi:

$$\% \text{ Rest } oo6 = \frac{59,6}{1ooo} \cdot 1oo = 5,96$$

Apa de fasonare - reprezintă cantitatea de apă, pe care o cere argila pentru a se omogeniza perfect şi a se lăsa uşor prelucrată (manual sau mecanic) fără a se lipi de mînă sau de maşini.

Apa de fasonare la argilă, variază cu granulaţia acesteia şi cu plasticitatea. Cu cît argila are o granulaţie mai fină, cu atît necesită pentru fasonare mai multă apă.

Modul de determinare.

Se introduce într-un vas de cca 1,5-2 litri capacitate, 3oo-5oo g argilă, peste care se toarnă apă în exces şi se lasă astfel timp de o oră. Barbotina obţinută se trece de 2-3 ori prin sita nr.3. Pasta obţinută se întinde pe o placă de ipsos pînă pierde excesul de apă (în majoritate absorbit de placa de ipsos). Se cunoaşte acest moment, deoarece pasta nu se lipeşte de mînă.

Imediat (spre a nu se mai evapora din apă) se iau 1oo-15o g din această pastă şi se cîntăresc (G) la balanţa tehnică.

Se usucă apoi în etuvă la 11o^o-12o^{o}C pînă la greutate constantă (Gu).

Apa de fasonare (A %) se calculează procentual, raportînd-o la materialul uscat:

$$A \% = \frac{G - Gu}{Gu} \cdot 1oo$$

Exemplu de calcul

Să se calculeze apa de fasonare la 100 g pastă de argilă știind că greutatea pastei după uscare în etuvă la 110°C este de 72 g.

$$A\ \% = \frac{G - Gu}{Gu} \cdot 100$$

$$A\ \% = \frac{100 - 72}{72} \cdot 100 = 48,2\ \%$$

Determinarea plasticității.

Metoda Pfefferkorn.

Plasticitatea este una din cele mai necesare încercări la argile, deoarece ne dă ușurința de fasonare a acestora.

Dacă plasticitatea argilei este prea mare, și contracția la uscare va fi mare. În acest caz se adaugă argilei degresanți.

Plasticitatea se exprimă prin indici de plasticitate.

Indicele de plasticitate, reprezintă procentul de apă (corespunzător plasticității normale) conținut într-o epruvetă de argilă, care supusă încercării cu aparatul Vicat special modificat își reduce înălțimea în raportul 1 : 3,3.

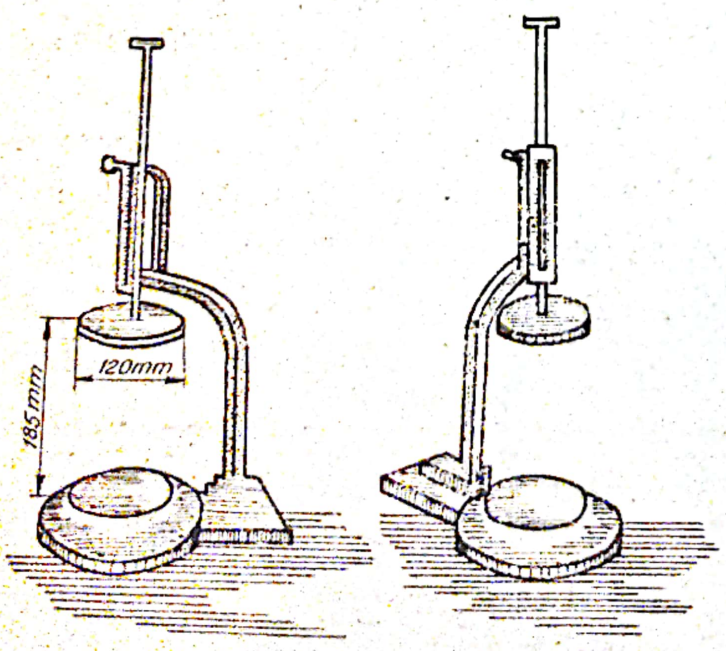


Fig. 2

Aparatură.

Un aparat Vicat al cărui ac este înlocuit cu un disc metalic (fig.2). Discul are următoarele caracteristici:

-diametrul- - 120 mm
-grosimea...7,5 mm
-greutatea totală a discului cu tijă... .... 1192 g

Aparatul Vicat va avea:

- înălţimea liberă de cădere 146 mm (socotită între suprafaţa inferioară a discului şi suprafaţa epruvetei);
- cursa totală a discului 186 mm (socotită între suprafaţa inferioară a discului şi suprafaţa plăcii pe care se aşează epruveta.

Un tipar metalic cilindric de 33 mm diametru şi 40 mm înălţime fără fund, prevăzut cu un piston de lemn de 32 mm diametrul şi 100 mm înălţime, pentru confecţionarea epruvetelor.

Efectuarea determinării.

Din proba pregătită, se cîntăresc circa 300 g de argilă, cu precizie de 0,5 g şi se amestecă într-o capsulă cu circa 600 ml apă, pînă se obţine o barbotină. Se lasă să se depună argila şi excesul de apă se decantează.

După decantare, se ia tot materialul din capsulă şi se trece pe o placă de ipsos, pe care se întinde.

După absorbţia excesului de apă, se adună pasta cu spatula de lemn şi se frămîntă pînă nu se mai lipeşte de mînă. Din pasta pregătită, se ia cantitatea necesară umplerii tiparului, uns în prealabil cu ulei; se netezesc capetele tiparului şi se scoate epruveta cu ajutorul pistonului de lemn.

După ce epruveţa a fost fasonată, se încearcă cu aparatul Vicat modificat.

Epruveta se aşează în centrul plăcii, în direcţia axului aparatului.

Se lasă să cadă discul aparatului de la o înălţime de 146 mm măsurată de la faţa superioară a epruvetei şi se citeşte pe scala aparatului înălţimea epruvetei turtite.

Se cîntăreşte cilindrul turtit, cu o precizie de 0,1 g şi se usucă în etuvă la 110 -120°C pînă la greutate constantă.

Procentul de apă (A) conţinută în epruvetă, este dat de formula:

$$A = \frac{G - G_1}{G_1} \cdot 100\ \%$$

în care:

G - greutatea cilindrului turtit, în g;

G_1 - greutatea aceluiaşi cilindru turtit după uscare, în g.

Se face raportul (r) dintre înălţimea iniţială a epruvetei şi înălţimea epruvetei turtite. Se fasonează o altă epruvetă din aceeaşi pastă frămîntată mai puţin pe placa de ipsos, astfel ca pasta să poată reţine o cantitate de apă (A) mai mare decît prima şi raportul (r') între înălţimea iniţială şi finală a epruvetei, după încercare, să fie diferit de raportul (r) căpătat la prima încercare.

Raportul de turtire a epruvetelor, este cuprins de obicei între 1,25 şi 4.

Calculul.

Intr-un sistem de axe rectangulare, se ia pe axa absciselor raportul de turtire, iar pe axa ordonatelor cantitatea de apă în procente (fig. 3).

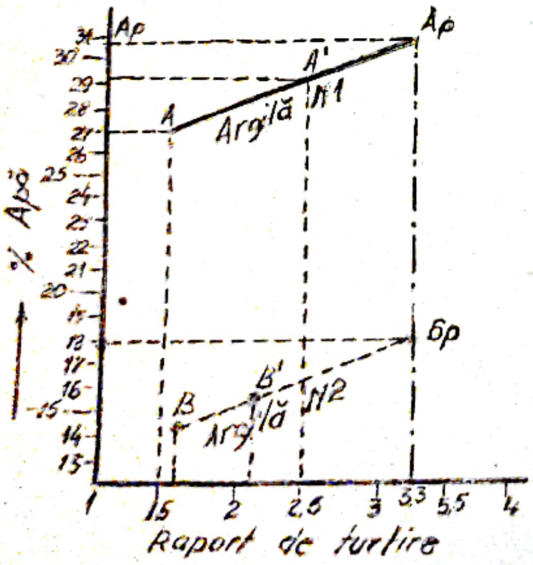


Fig. 3

In acest sistem se figurează cele două puncte date de raportul de turtire la fasonare, corespunzătoare celor două încercări.

Se unesc cele două puncte şi dreapta obţinută se prelungeşte pînă întîlneşte ordonata corespunzătoare raportului de turtire 3,3.

Se citeşte pe axa ordonatelor cantitatea de apă(Ap) corespunzătoare punctului de intersecţie. Această cantitate reprezintă procentul de apă corespunzător plasticităţii normale (indicele de plasticitate).

In diagrama din fig. 3 sînt reprezentate ca exemplificare două argile:

argila nr.1 avînd indicele de plasticitate Ap = 30,8 % şi argila nr. 2 avînd indicele de plasticitate B_p = 18 %.

Determinarea limitelor de plasticitate.

Metoda de determinare, a limitei de plasticitate, se aplică cînd:

- pămînturile sînt alcătuite din particule cu dimensiuni sub 2 mm.
- conţinutul în substanţe organice (turbă, humus) nu depăşeşte 5 %.

Determinarea limitei inferioare de plasticitate.

Metoda cilindrilor de pămînt.

Se determină umiditatea minimă la care un pămînt poate fi modelat sub formă de cilindri de 3 mm..... 4 mm diametrul, prin rulare cu palma pe o suprafaţă plană.

Aparatură.

Plăci de sticlă de 2oo x 2oo x 8 mm, sau de marmură de 2oo x 2oo mm.

Răzătoare de tablă galvanizată.

Cuţite de laborator.

Modul de lucru.

Se trece materialul prin răzătoare, se frămîntă pentru a fi omogenizat şi se adaugă apă numai în cazul cînd materialul este prea uscat, pentru a putea fi modelat ca o pastă consistentă.

Se ia o cantitate din pămîntul astfel pregătit şi se formează prin rulare cu palma pe plaga de sticlă, cilindri de 3 mm..... 4 mm diametru şi de 4o mm ..... 5o mm lungime. Dacă la această grosime cilindrii rămîn bine legaţi şi nu se crapă, operaţia se repetă; acelaşi material se reamestecă şi se rulează din nou pînă cînd prin pierdere de apă, cilindrii se fisurează şi se separă în bucăţi. In acest moment se determină umiditatea şi rezultatul obţinut reprezintă limita inferioară de plasticitate.

Observaţie.

Dacă cilindrii, indiferent de umiditatea pe care o au, încep să se fărîme înainte de a atinge grosimea de 4 mm, se consideră că pămîntul respectiv nu are limită inferioară de plasticitate.

Determinarea limitei superioare de plasticitate.

Metoda cu cupa: (cu aparatul Cassa Grande)

Se determină umiditatea la care o tăietură făcută în pămîntul adus în stare de pastă omogenă, în cupa aparatului din fig. 4. se închide pe 12 mm lungime (după 25 căderi ale cupei aparatului Cassa Grande)de la o înălţime de lo mm.

Aparatură.

-Aparat (fig. 4) alcătuit dintr-o cupă de alamă (1)care cu ajutorul unei manivele (2) poate fi ridicată şi lăsată să cadă de la o înălţime de lo mm pe un postament de ebonită (3) cu o frecvenţă a căderilor cupei de 12o căderi pe minut.

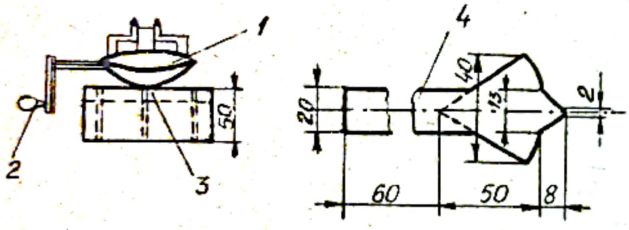


Fig. 4.

-Spatulă (4)

- Răzătoare din tablă galvanizată.

-Cuţite de laborator.

Modul de lucru.

Proba trecută prin răzătoare şi omogenizată prin amestecare prelungită, se frămîntă cu atîta apă, cît este necesar pentru a realiza o pastă plastică moale.

Se introduce materialul astfel pregătit în cupa aparatului (aproximativ 2/3 din cupă se umple cu material) şi se nivelează suprafaţa cu un cuţit. Cu ajutorul spatulei (4) se efectuează în material o tăietură adîncă pînă la fundul cupei.

Se învîrteşte manivela, pînă ce prin căderea cupei de la o înălţime constantă de lo mm pe postamentul aparatului,la intervale de timp regulate, tăietura se închide pe 12 mm lungime, numărîndu-se numărul respectiv de căderi (N).

Nivelînd din nou materialul, operaţia se repetă de mai multe ori, iar în momentul în care închiderea de 12 mm lungime se produce după un număr de căderi care nu diferă cu mai mult de ± 1 căderi, se determină umiditatea conform STAS 1913-61.

Încercarea efectuată în acest fel se repetă pe aceeaşi pastă, diluată succesiv cu mici adausuri de apă şi se întocmeşte o diagramă avînd în abscisă diferitele valori de umidităţi iar în ordonată numărul de căderi corespunzătoare care determină închiderea pe 12 mm a tăieturii.

Limita superioară de plasticitate (după 25 căderi), se stabileşte prin interpolare grafică.

Pentru fiecare probă de pămînt, se vor face 2 determinări paralele şi se ia ca rezultat media lor aritmetică.

Se admit următoarele diferenţe între două determinări paralele:

- pentru nisipuri argiloase, max..... 2 %
- pentru argile nisipoase, max..... 2,5 %
- pentru argile, max..... 3 %

Rezultatele obţinute pentru limita inferioară (limita de frămîntare) şi cea superioară de plaştiçitate, se înregistrează în tabelul 3 şi graficul din fig. 4.a.

Tabelul nr.3

Mersul determinărilor	Unit. naturală W %			Limita de curgere Wc %				Lim. de frămîntare Wp %		
	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3
Coan nr.										
Nr. de loviteri										
P. umedă + tara A										
P. uscată + tara B										
Tara C										
A - B										
B - C										
% $\frac{B-C}{A-B} \times 100$										
W% mediu										

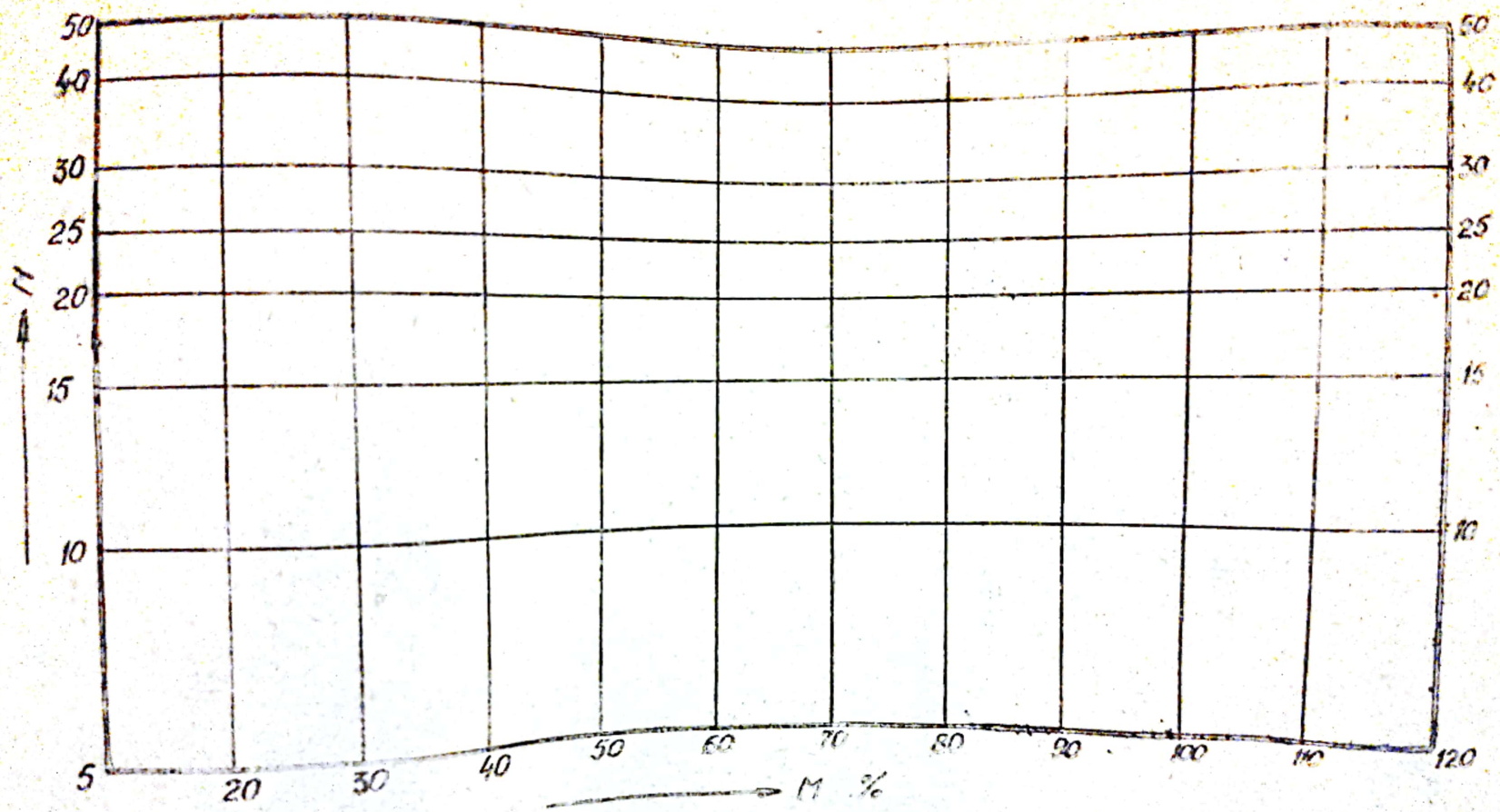


Fig. 4.a.

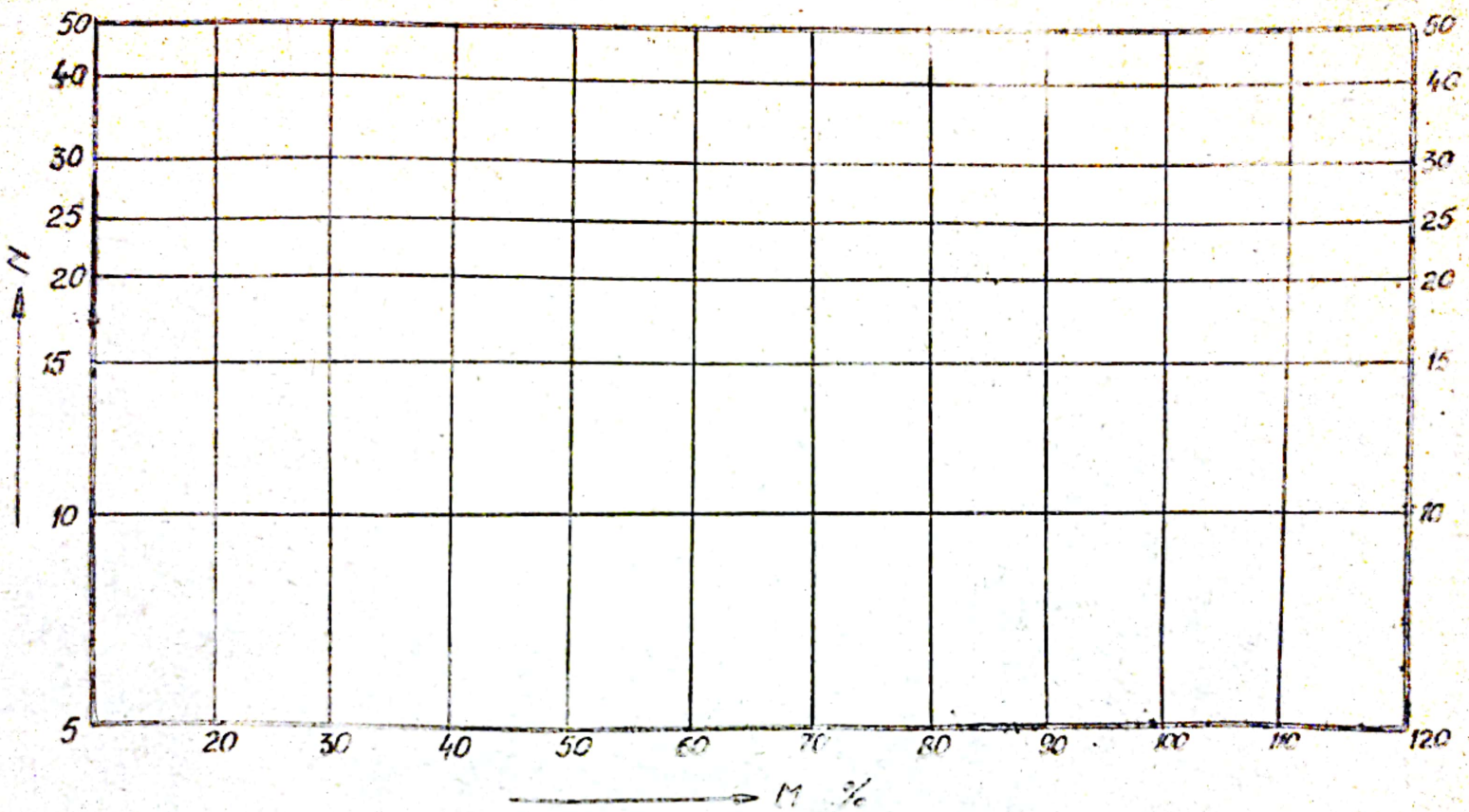


Fig. 4.a.

Determinarea aptitudinii de legare faţă de degresanţi.

Din proba medie pregătită pentru încercări se iau 600 g argilă. Din această cantitate, se cîntăresc la balanţa tehnică 5 probe necesare pentru confecţionarea unor epruvete de formă geometriçă şi se amestecă cu nisip normal cu granulaţie mare STAS 3-56.

Proporţia de argilă şi nisip pentru fiecare epruvetă se specifică în tabelul 4.

Tabelul nr.4

Denumirea substanţei	Probe				
	I	II	III	IV	V
Argilă % ..,.....	100	80	60	40	20
Nisip normal %.....	0	20	40	60	80

După amestecarea fiecărei probe de argilă cu nisip, se adaugă apă pînă se formează o pastă de consistenţă normală, care se fasonează în forme geometrice regulate.

Se examinează felul de fasonare a fiecărei probe şi se determină cantitatea de nisip, la care masa rezultată prezintă o fasonare satisfăcătoare.

Cantitatea de nisip întrebuinţată pentru probă, care a dat o fasonare satisfăcătoare, exprimată în procente faţă de amestecul total (argilă + nisip normal) caracterizează argila din punct de vedere al aptitudinii de legare faţă de degresanţi.

In cazul cînd interesează determinarea mai precisă a aptitudinii de legare faţă de degresanţi, se procedează în modul următor:

Se ia proba de argilă, din care se pregătesc paste cu 10,20,30,40 şi 50 % degresant nisip normal, cu granulaţia mare STAS 3-56, se fasonează cuburi cu latura de 50 mm, care după uscare pînă la greutate constantă la 105-110°C se supun la încercarea de compresiune conform STAS 126-49 Aptitudinea de legare faţă de degresanţi se exprimă în kg/cm^2 la a % degresant.

Determinarea contracţiei la uscare.

Pentru determinare se iau 2 kg argilă cîntărită cu precizie de 2 g, se introduc într-o capsulă, în care se adaugă treptat apă, frămîntîndu-se pînă se obţine o pastă bună de modelat (nu se lipeşte de mînă).

Intr-un tipar cu fund demontabil în formă de cub se modelează 5 epruvete avînd latura de 5o mm.

Epruvetele rezultate se scot din tipar, se numerotează şi pe suprafaţa lor superioară se trasează cele două diagonale pe care se înseamnă punctele situate la 25 mm, din punctul lor de intersecţie (fig. 5).

Fig. 5.

Se lasă epruvetele să se usuce la aer. O epruvetă este urmărită zilnic asupra încercării contracţiei, prin măsurarea distanţei dintre două repere; cînd două citiri consecutive dau valori egale, toate epruvetele sînt introduse în etuvă şi ţinute timp de 8 ore la 11o°-12o°C. După răcire se măsoară distanţele dintre cele două semne (repere) făcute pe fiecare diagonală şi se face media lor (L).

$$\% \text{ Contracţia la uscare} = \frac{5o - L}{5o} \cdot 1oo$$

Ca rezultat se ia media a 5 determinări.

Observaţii.

Dacă epruvetele s-au deformat (curbat), este o indicaţie că materialul are o contracţie prea mare şi este necesar să i se adauge un degresant în fabricaţie.

Dacă după uscare epruvetele capătă pe suprafaţa lor pete albe, este o indicaţie că argila conţine săruri solubile în apă.

Determinarea contracţiei la ardere.

După determinarea contracţiei la uscare, epruvetele sînt introduse într-un cuptor şi încălzite treptat la temperatura de ardere a produsului respectiv (9oo°C sau la cerere la o

temperatură superioară) menţinîndu-se la această temperatură timp de 1-2 ore. După ardere şi răcire se măsoară distanţa dintre reperele trasate (înainte de uscare, care la început erau de 5o mm) şi se ia media lor (L_1), se calculează contracţia totală şi contracţia la ardere.

$$\% \text{ Contracţia totală} = \frac{5o - L_1}{5o} \cdot 1oo = 2(5o - L_1)$$

$$\% \text{ Contracţia la ardere} = \frac{L - L_1}{L} \cdot 1oo$$

Rezultatul este media a 5 determinări.

Exemplu de calcul

Să se calculeze contracţia la uscare la 5 cuburi cu latura de 5 cm la care după uscare, s-au găsit următoarele valori, pentru diagramele trasate pe una din feţe.

Cubul 1 $L_1 = 46,2$ mm $L_1' = 46,2$ mm
Cubul 2 $L_2 = 46,2$ mm $L_2' = 46,2$ mm
Cubul 3 $L_3 = 46,1$ mm $L_3' = 46,2$ mm
Cubul 4 $L_4 = 46,2$ mm $L_4' = 46,1$ mm
Cubul 5 $L_5 = 46,2$ mm $L_5' = 46,2$ mm

Valoarea medie L = 46,2 mm

$$\% \text{ Contracţia la uscare} = \frac{5o - 46,2}{5o} \cdot 1oo = 7,6\ \%$$

Să se calculeze contracţia la ardere la 5 cuburi cu latura de 5 cm la care după ardere la 9oo°C, s-au obţinut pentru cele două diagonale trasate pe una din feţe următoarele valori:

Cubul 1 $L_1'' = 44,8$ mm $L_1'' = 44,8$ mm
Cubul 2 $L_2'' = 44,8$ mm $L''_2 = 44,7$ mm
Cubul 3 $L_3'' = 44,8$ mm $L_3'' = 44,9$ mm
Cubul 4 $L_4'' = 44,8$ mm $L_4'' = 44,8$ mm
Cubul 5 $L_5'' = 44,8$ mm $L_5'' = 44,8$ mm

Valoarea medie L_1 = 44,8 mm

% Contracţia la ardere = $\frac{L - L_1}{L}$ .loo

% Contracţia la ardere = $\frac{46,2-44,8}{46,2}$. loo = 3,03 %

% Contracţia totală = $\frac{5o-L_1}{5o}$ .loo = $\frac{5o-44,8}{5o}$ .loo=lo,4 %

Determinarea porozităţii.

Cunoaşterea porozităţii la un material ceramic serveşte la aprecierea calităţii lui ca material izolator termic şi acustic, a gradului de sinterizare, comportării la umiditate etc.

Porozitatea totală (reală)-Pt reprezentată prin totalitatea porilor (închişi şi deschişi) din material; se calculează procentual, cunoscînd densitatea specifică (ρ) şi densitatea specifică aparentă (ρ_a), după formula:

$$Pt\ \% = \left(1 = \frac{\rho_a}{\rho} \right) . loo$$

Porozitatea aparentă (Pa) reprezintă volumul porilor deschişi din material.

Ea se determină cunoscînd capacitatea de absorbţie de apă a materialului respectiv.

Capacitatea de absorbţie (a) este dată de raportul dintre greutatea probei saturate cu apă (G_1) şi greutatea ei iniţială în stare uscată (G) şi se calculează procentual:

$$a\ \% = \frac{G_1 - G}{G} . loo$$

Pentru stabilirea lui G şi G_1, epruvetele se pregătesc identic ca şi în cazul celor pentru determinarea densităţii aparente.

Cunoscînd capacitatea de absorbţie (a) şi densitatea specifică aparentă (ρ_a) se poate calcula porozitatea aparentă (Pa) după relaţia:

$$Pa\ \% = \frac{\rho_a}{\rho_o} \cdot a = \rho_a \cdot a$$

ρ_o = densitatea specifică a apei (egală cu unitatea)
Porozitatea (totală şi aparentă) este dată de media a două determinări şi se exprimă în numere întregi.

Exemplu de calcul.

Să se calculeze densitatea specifică aparentă, a unui cub de ceramică a cărui greutate este de 2o3 g, iar volumul aparent de 1o5,7 cm^3

$$\rho_a = \frac{G}{V}\ g/cm^3$$

$$\rho_a = \frac{2o3}{1o5,7} = 1,92o\ g/cm^3$$

Să se calculeze capacitatea de absorbţie de apă la un cub de ceramică, a cărui greutate în stare uscată este de 199 g, iar greutatea lui în stare saturată este de 2o2 g.

$$a\ \% = \frac{G_1 - G}{G} \cdot 1oo$$

$$a\ \% = \frac{2o2-199}{199} \cdot 1oo = 2,o1\ \%$$

Să se calculeze porozitatea aparentă Pa la un cub de ceramică a cărui densitate specifică aparentă este de 1,92o g/cm^3, volum aparent de 1o5,7 cm^3, iar capacitatea de absorbţie de apă este de 2,o1 %.

$$Pa\ \% = \frac{\rho_a}{\rho_o} \cdot a$$

$$Pa\ \% = \frac{1,920}{1} \times 2,01\ \% = 4,03\ \%$$

Punctul de sinterizare şi topire.

Cunoaşterea punctului de sinterizare şi a celui de topire, foloseşte pentru a stabili ce tip de argilă (fuzibilă, sinterizabilă) sau refractară) este proba de cercetat şi în consecinţă utilizarea care i se poate da. Determinarea intervalului de temperatură, între punctul de sinterizare şi cel de topire, este necesar a se cunoaşte, spre a deduce comportarea argilei în timpul fabricaţiei.

Această determinare se execută astfel:

Se utilizează un cuptor, care să îndeplinească mai multe condiţii: o încălzire uniformă în zona de lucru a cuptorului; încălzirea pînă la temperatura de + 1500°C, menţinerea unei temperaturi constante un timp mai îndelungat, reglare rapidă a temperaturii şi un pirometru pentru indicarea temperaturii din cuptor.

Modul de determinare.

Se iau 3 kg de argilă din proba medie pregătită, din care se face o pastă de consistenţă normală (la modelare să nu se lipească de mînă). Din ea se confecţionează 20 epruvete, în matriţe metalice de formă paralelipipedică, cu dimensiunile interioare de 80 x 40 x 20 mm.

După ce toate epruvetele se usucă în aer, se introduc în cuptorul pus în funcţie. Se scot pe rînd, cîte 2 epruvete ce s-au menţinut timp de jumătate de oră la următoarele temperaturi: 850°, 900°, 950°, 1000°, 1050°, 1100°, 1050°, 1250°, 1300°, 1350°C.

S-ar putea întîmpla ca argila care se încearcă, să nu reziste pînă la 1350°C, în care caz se va opri ridicarea temperaturii (în momentul cînd s-a atins punctul de topire a argilei respective, epruvetele se topesc).

Se lasă să se răcească, se notează pe ele temperatura de ardere la care au fost supuse şi apoi se determină culoarea,

claritatea sunetului, aspectul muchiilor şi a spărturii, gradul de deformare, absorbţia de apă.

Epruvetele care vor avea porozitatea mai mică ca 1 %, denotă că au fost arse, la temperatura de sintetizare.

Refractaritatea, este proprietatea unui material, de a rezista la temperaturi peste 1580°C, fără a se înmuia, fără a se sfărîma sau a se topi şi se exprimă prin temperatura de înmuiere (temperatura la care vîrful epruvetei se deformează, îndoindu-se pînă la baza epruvetei).

Această determinare, este folosită pentru a se stabili calitatea argilei după comportarea la foc şi ca o consecinţă, utilizările care i se pot da în industria ceramică.

Refractaritatea se determină la materia primă (argila refractară şi alte materiale refractare) şi la produsul ceramic respectiv.

Pregătirea probei.

Din proba medie pregătită, se ia prin metoda sferturilor 5o g argilă, care se pulverizează în mojar de agat, pînă trece complet, prin sita de 9oo ochiuri/cm^2

Pulberea obţinută, se amestecă cu apă pînă se obţine o pastă de consistenţă normală, din care se confecţionează trei epruvete în ţipare de bronz, cu forma şi dimensiunile interioare din fig. 6.a corespunzătoare conului etalon.

Dacă materialul respectiv nu are plasticitatea necesară, pentru a se modela, i se adaugă lianţi organici liberi de alcali, de exemplu: dextrină, clei.

Epruvetele se usucă apoi în aer.

Pe o placă rotundă (cu diametrul permis de cuptor) se toarnă o pastă de corindon topit, măcinat şi amestecat cu dextrină sau clei, într-un strat gros de 3 mm, în care se vor fixa epruvetele după schiţa din fig. 6.b, cu baza mare în pastă, intercalate cu cîte un con etalon (CP) şi un reper indicator (R). Conurile etalon se aleg aşa fel, încît să corespundă unul cu temperatura de topire presupusă a epruvetei, altul cu o temperatură mai mică şi al treilea cu o temperatură mai mare (fig.6 a).

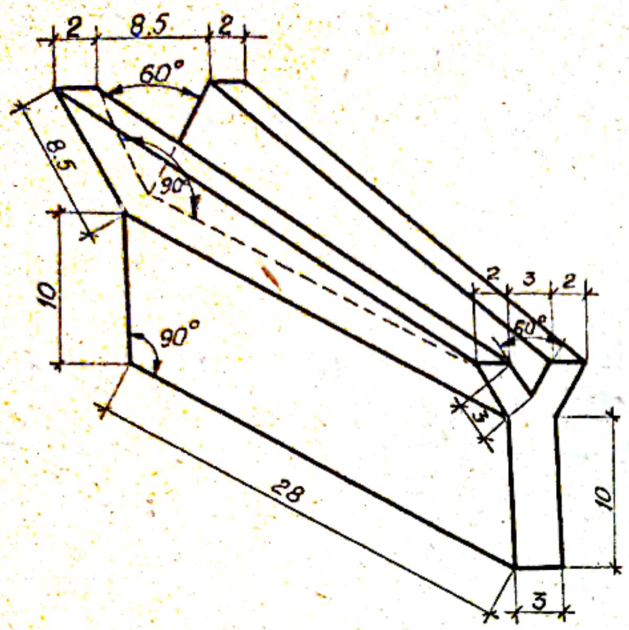


Fig. 6.a.

După ce pasta de fixare s-a întărit suficient, urmează a se introduce epruvetele uscate, în cuptorul care este încălzit la 1000°C.

Cuptorul care se recomandă a se utiliza, pentru această determinare este cuptorul electric.

Dimensiunile minime ale tubului central de la cuptor, pentru a putea cuprinde proba, sînt: înălţimea 560 mm, diametrul interior 60 mm, înălţimea zonei cu egală temperatură 120 mm. Curentul electric pe care îl necesită este 70-90 V cu o intensitate de 130 - 150 A.

Dacă temperatura pereţilor tubului interior al cuptorului nu este uniformă, aranjarea probelor, se recomandă a se face într-un creuzet de formă cilindrică, dar fără ca probele să se atingă de pereţii creuzetului; pe fund se toarnă o pastă pe bază de corindon.

Incepînd cu temperatura de 1000°C, viteza de încălzire e următoarea:

1000°C - 1500°C	cu 10°C - 15°C/minut
1500°C - în sus	cu 5°C/minut.

Prin oglinda înclinată la 45°, montată deasupra cuptorului, se urmăreşte înmuierea epruvetelor şi a conurilor etalon.

Refractaritatea materialului respectiv, va fi exprimată prin numărul conului etalon, care s-a înmuiat, o dată cu epruvetele (îndoindu-se pînă ce vîrful conului atinge placa suport).

Se poate remarca o topire bruscă, o umflare sau o înmuiere neuniformă.

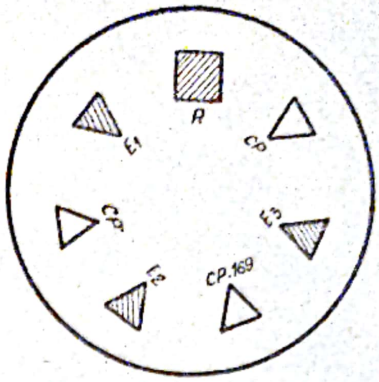


Fig.6b

Determinarea granulelor de calcar mai mari ca 2 mm.

Circa 3 kg de argilă, uscată la 110°-120°C, cîntărită cu o precizie de 1 g, se introduce într-un vas emailat. Se toarnă apă în exces şi se înmoaie complet; se amestecă pînă se obţine un noroi fluid, care se trece de cîteva ori printr-un ciur de tablă perforată nr.2R sau nr.7R STAS 1078-50. Restul de pe sită se spală bine, se usucă la 110°-120°C şi se cîntăreşte greutatea lui raportată la greutatea probei uscate, indică procentul de corpuri străine mai mari de 2 mm.

Prin tratare cu acid clorhidric, se pot identifica incluziunile de natură calcaroasă care fac efervescenţă cu acidul.

Incercarea constantei de volum.

Pentru încercare se întrebuinţează 2 cuburi de argilă cu latura de 50 mm. Cuburile sînt arse în cuptor la temperatura de 900°C, încălzirea cuburilor are loc în mod treptat pînă la temperatura de 400°-500°C, la care se ţine timp de 3-4 ore, după care încălzirea se continuă în mod treptat pînă la 900°C. Apoi cuburile după ce au fost saturate cu apă se fierb în apă timp de 4 ore.

După răcire, cuburile nu trebuie să prezinte crăpături sau umflături.

Determinarea rezistenţei la compresiune.

Rezistenţa la compresiune se determină pe 5 epruvete în formă de cub cu latura de 50 mm. După fasonare, cuburile se lasă să se usuce în aer. Se înseamnă pe una din feţe două diagonale ca la determinarea contracţiei.

Exactitatea unghiurilor cuburilor se determină cu ajutorul unui echer, verificînd fiecare unghi o dată, ţinînd cubul

cu faţa însemnată spre observator, iar a doua oară ţinînd cubul cu faţa însemnată în direcţia unei laturi a echerului.

Dacă la această încercare se găsesc unghiuri neexacte sau feţe neplane cubul se şlefuieşte pe o piatră de polizor pînă la înlăturarea defectelor. Cuburile rectificate se ard la 900°C.

Incercarea se face conform STAS-ului 126-49. Suprafaţa de rupere se determină măsurînd cu şublerul laturile cubului.

Incercarea de rupere, se execută întotdeauna cu faţa marcată spre observator.

Exemplu de calcul.

Să se calculeze rezistenţa la compresiune în stare uscată a unui cub de ceramică, ştiind că forţa care a produs ruperea cubului de ceramică este de 5,6 t, iar suprafaţa pe care s-a exercitat forţa este de 22,7 cm^2.

$$\sigma_{cu} = \frac{F}{S} \text{ kgf/cm}^2$$

$$\sigma_{cu} = \frac{5600}{22,7} = 246,2 \text{ kgf/cm}^2$$

Să se calculeze rezistenţa la compresiune, în stare uscată, a unui cub de ceramică, la care forţa de rupere este de 3,670 t, iar suprafaţa pe care s-a exercitat forţa este de 25 cm^2.

$$\sigma_{cs} = \frac{F}{S} \text{ kgf/cm}^2$$

$$\sigma_{cs} = \frac{3670}{25} = 146,8 \text{ kgf/cm}^2$$

Determinarea rezistenţei la încovoiere

Determinarea rezistenţei la încovoiere se efectuează în stare uscată, atît pentru argila curată cît şi pentru argila

degresată cu nisip, precum şi la temperatura înaltă, sub greutatea proprie.

Pentru determinarea rezistenţei la încovoiere, pe argila uscată, se foloseşte aparatul din fig. 7 compus dintr-un suport (A), pe care sînt aşezate 2 cadre metalice (B) întărite lateral între ele şi formînd un schelet paralelipipedic; perpendicular pe suprafaţa cadrelor sînt aşezate 2 cuţite prismatice (C) la o distanţă de 2oo mm, care servesc pentru aşezarea epruvetei de încercat.

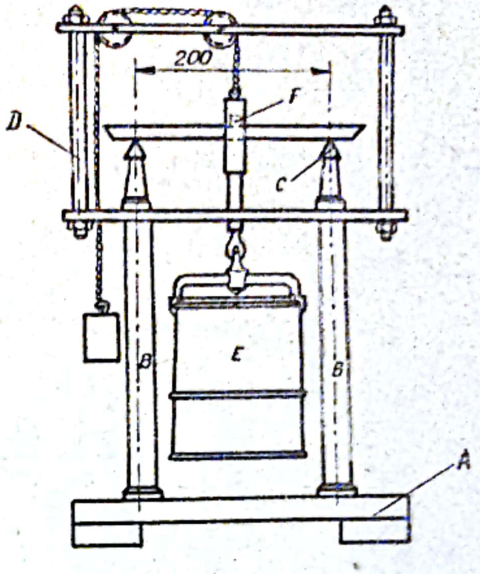


Fig. 7.

De scheletul metalic paralelipipedic al aparatului, este fixat un dispozitiv cu scripete (D) care permite aplicarea forţei de încovoiere, folosind un cuţit mobil (F) şi o găleată (E) în care se pun alice.

Se confecţionează cu ajutorul unui tipar, 5 epruvete din pastă de argilă curată şi 5 epruvete, din pastă de argilă amestecată cu nisip normal.

După confecţionare, epruvetele se lasă să se usuce, întîi la aer şi apoi în etuvă, timp de două ore la temperatura de 1o5°-11o°C, avînd grijă ca încălzirea şi răcirea să aibă loc în mod lent.

Epruveta se încearcă astfel: se aşează cu partea îngustă în jos, pe cuţitele aparatului, în aşa fel, încît să se sprijine pe cuţite pe toată lungimea.

Se introduce cuţitul mobil, în gîtuitura epruvetei şi se adaugă alicele în găleată, pînă epruveta se rupe. Se cîntăresc alicele. Rezistenţa de rupere la încovoiere σ_{ri}, se calculează după formula:

$$\sigma_{ri} = \frac{\frac{G.L}{4}}{\frac{bh^2}{6}} = \frac{6\ G.L}{4\ b\ h^2} = 7,68\ G\ Kgf/cm^2$$

în care:

G = greutatea alicelor, în kg
b = lăţimea secţiunii de rupere, în cm(2,5 cm).
h = înălţimea secţiunii de rupere, în cm(1,25 cm).
L = distanţa dintre cuţite, în cm (2o cm).

Din cele 5 rezultate parţiale obţinute, se elimină cele două inferioare şi se face media aritmetică a celorlalte trei, care este considerată ca rezultat al încercării.

Determinarea rezistenţei la încovoiere la temperatură înaltă sub greutatea proprie.

Se modelează din pastă de argilă, o epruvetă de 25o mm lungime, 2o mm lăţime şi lo mm grosime. Se usucă mai întîi în aer, apoi în etuvă la lo5°C; se introduce apoi epruveta într-un cuptor şi se aşează pe 2 reazeme la distanţa de 23o mm, se încălzeşte treptat pînă la temperatura de 4oo°-5oo°C la care se ţine timp de 3-4 ore.

Determinarea puterii liante.

Puterea liantă se exprimă prin rezistenţa la tracţiune gf/cm^2, a unor epruvete, confecţionate din pastă de consistenţă normală, încercate imediat după fasonare.

Epruvetele în formă de 8 (brichete), cu secţiunea de rupere de 5 cm^2, folosite la determinarea rezistenţei la tracţiune a cimentului, sînt confecţionate în tiparele prevăzute în STAS 227-49.

Confecţionarea epruvetelor, se face prin îndesare cu mîna, astfel ca pasta preparată, să umple tiparele; netezirea se face cu un cuţit umed.

Incercarea se face prin acţionarea directă a forţei de rupere asupra epruvetei.

Epruveta se prinde între două gheare de aluminiu. Gheara superioară este fixată la un stativ în formă de cadru; de gheara inferioară, cu ajutorul căreia se prinde partea de jos a epruvetei, este atîrnată o găleată uşoară de aluminiu sau de carton, în care se toarnă nisip uscat de granulaţie uniformă

pînă la ruperea epruvetei. Greutatea găleţii cu încărcătura de nisip şi greutatea ghearei inferioare, în grame, reprezintă forţa de rupere; aceasta divizată prin 5 dă puterea liantă în gf/cm^2.

Incercarea se face asupra a 3 epruvete, luîndu-se ca rezultat media aritmetică a celor trei determinări.

BIBLIOGRAFIE

1.S.C.BLUNT,A.CLEVELAND - Laboratory work for Students of Construction.

2.M.DURIEZ,J.ARRAMBIDE - Nauveau traité de materiaux des construction.Vol. I.

3.Prof.dr.ALEX.STEOPOE - Curs general de Materiale de Construcţii-partea I 1965. pag. 25-30.

4.Prof.dr.ALEX.CHELĂRESCU - Curs de materiale ceramice de construcţii-Iaşi 1954,pag. 53-83.

5.Prof.dr.ALEX.CHELĂRESCU şi ing. E.PĂUNEL. - Lianţi minerali (Curs pentru studenţii de la Construcţii). Iaşi 1959, pag. 9-13.

6.Colecţie STAS - Materiale de Construcţii vol. I, pag. 27.

7.Colecţie STAS - Lucrări de drumuri ediţia a II-a, 1964 pag. 231-234.

8.Prof.dr.ALEX.STEOPOE - Indrumător pentru laboratorul de betoane al şantierului. Bucureşti 1960, pag. 14-19.

D. STABILIZAREA PĂMÎNTURILOR.

Generalităţi.

In natură, argilele pot fi amestecate cu lut, löes sau chiar cu nisip şi sînt cunoscute sub denumirea de pămînturi argiloase sau loessoidale.

Acestea, se comportă bine la preluarea sarcinilor de fundaţii a construcţiilor, atît timp cît nu vin în contact cu apa.

Cînd sub fundaţiile construcţiilor, apa are posibilitatea să se infiltreze, apare pericolul producerii unor tasări mari şi foarte rapide care pot aduce degradări serioase, periclitînd stabilitatea lor.

Tasarea pămîntului se produce datorită faptului că la contactul cu apa, are loc o dizolvare a sărurilor solubile care îl cimentează.

Măsurile de împiedicare, a infiltraţiilor de apă sub fundaţii, pot fi foarte costisitoare, fără a prezenta siguranţa în timpul exploatării construcţiilor.

In alte cazuri, sarcinile ce se transmit prin fundaţii, pot creşte pînă la aşa valoţi, încît capacitatea portantă a pămîntului să fie întrecută.

Cazuri de acestea, pot apare cînd sarcinile utile se modifică datorită schimbării desţinaţiei clădirilor prin lucrări de renovare şi de supraetajare.

In asemenea situaţie se pune problema lăţirii fundaţiilor, prin lucrări de subzidire. Aceste lucrări cer un timp îndelungat şi sînt dificile de executat.

Ca urmare, atît în cazul infiltraţiilor de apă cît şi al supraetajărilor se impune stabilizarea pămînturilor de fundaţie, care are ca scop mărirea rezistenţei la acţiunea apei şi obţinerea de caracteristici fizico-mecanice superioare.

Stabilizarea se aplică şi la lucrările de drumuri.

Metode de stabilizare.

In ţara noastră se cunosc următoarele metode de stabilizare:

- Stabilizarea mecanică;
- stabilizarea folosind leşiile bisulfitice reziduale;
- stabilizarea chimică a argilelor pe bază de schimb de ioni;
- stabilizarea cu ciment;
- stabilizarea cu var;
- stabilizarea cu var şi ciment;
- stabilizarea cu var şi cenuşă;
- stabilizarea cu ciment şi cenuşă;
- stabilizarea prin silicatare;
- stabilizarea cu mase plastice;
- stabilizarea cu bitume şi gudroane.

Stabilizarea mecanică, prin care se urmăreşte numai reducerea contracţiei la uscare a materialelor argiloase, fapt ce se realizează prin micşorarea conţinutului în argilă. In acest scop, materialul bogat în argilă se amestecă cu nisip silicios, paie tocate, pleavă, rumeguş de lemn etc. Aceste adaose la pămînturile argiloase, nu trebuie să depăşească o anumită limită, astfel ca pasta să aibă plasticitatea necesară unei bune compactări la punerea în lucrare.

Pămînturile argiloase stabilizate mecanic, se folosesc la fabricarea blocurilor de zidărie, la construirea zidurilor monolite şi ca mortare.

Stabilizarea argilei cu leşii bisulfitice reziduale.

Argilele cu o granulaţie foarte fină şi lipsite de impurităţi sub formă de săruri cu cationi bivalenţi, au o mare tendinţă de a se dispersa în apă, din cauza sarcinilor electronegative a granulelor de argilă.

Pentru a se înlătura acest neajuns s-a recurs la adausuri cu acţiune floculantă, adausuri de leşii bisulfitice ce rezultă de la fabricarea celulozei.

Leşiile bisulfitice, conţin săruri de calciu ale acizilor lignosulfonici şi pot acţiona asupra granulelor de argilă, atît prin conţinutul de ioni bivalenţi de Ca^{2+}, cît şi prin complexul acizilor lignosulfonici.

Stabilizarea chimică a argilelor pe bază de schimb de ioni.

In argilă, hidrogenul este legat parţial prin electrovalenţe şi poate fi înlocuit cu ioni de metale. Cantitatea de miliechivalenţi de ioni de metal, ce poate fi fixată de 100 g argilă uscată se numeşte capacitate de schimb cationic şi se notează cu T.

Capacitatea de schimb cationic este o caracteristică pentru fiecare fel de argilă şi serveşte pentru alegerea argilei, în vederea stabilizării sale chimice.

In urma acestui tratament, argila după uscare lăsată în aer umed, absoarbe mai multă apă, deoarece ionii metalici au tendinţa de a se hidrata şi ca urmare argila nu se mai contractă şi nici nu se mai fisurează.

Stabilizarea cu ciment.

Prin îmbunătăţirea pământurilor cu adaos de ciment se obţine un nou material, pământ-ciment, mai rezistent decît pământul netratat.

Aceasta se datoreşte silicatului tricalcic din ciment, care prin hidratare se transformă în hidrosilicat bicalcic şi pune în libertate hidroxidul de calciu.

$$3CaOSiO_2 + 3H_2O \longrightarrow 2\ CaOSiO_2H_2O + Ca(OH)_2$$

Hidroxidul de calciu disociază în soluţie :

$$Ca(OH)_2 \longrightarrow Ca^{2+} + 2OH^-$$

Aceşti ioni disociaţi intră în reacţie cu SiO_2 şi cu Al_2O_3 din pământ şi formează hidrosilicat de calciu şi hidroaluminat de calciu :

$$Ca^{2+} + 2(OH^-) + SiO_2 \longrightarrow CaOSiO_2H_2O$$

$$Ca^{2+} + 2(OH)^- + Al_2O_3 \longrightarrow CaOAl_2O_3H_2O$$

Compuşii care se formează se numesc compuşi hidraulici secundari. Aceştia sînt stabili, reacţiile fiind ireversibile.

La argila stabilizată cantitatea de apă care este necesară amestecului (pămînt-ciment), este mai mare decît la argila nestabilizată.

Argila stabilizată are proprietatea de a se umfla mai mult decît argila nestabilizată, contribuind astfel la compactare.

Prin hidratarea compuşilor cimentului, se formează o reţea de componenţi cristalini şi geluri cu rezistenţe mecanice mari şi care prind între ei particulele de argilă.

Argila supusă acestui tratament nu trebuie să conţină resturi vegetale putrezite, fiindcă aceste resturi dau acizi humici care împiedică priza şi întărirea cimentului. In cazul cînd lucrăm cu o astfel de argilă, este necesar, ca în prealabil argila să fie tratată cu var sau cu $CaCl_2$ care transformă acizii humici, în humaţi de calciu ce sînt mai puţin vătămători.

Proprietăţile pămîntului stabilizat variază în funcţie de compoziţia granulometrică a pămîntului, de dozajul de ciment, de tipul de ciment utilizat şi de cantitatea de apă adăugată.

Cîteva rezultate obţinute la stabilizarea cu ciment a unui praf argilos sînt date în tabelul nr. 5.

Tabelul nr.5

Dozaj de ciment %	Incercări după 7 zile la atmosferă umedă σ_c kg/cm^2.	Incercări după 14 zile la atmosferă umedă σ_c kg/cm^2
4	24,45	23,75
6	36,85	37,75
8	41,oo	46,62
1o	44,37	58,62
12	48,2o	62,63

Pămînturile stabilizate cu ciment se folosesc la executarea pereţilor, la clădiri uşoare la construcţia drumurilor, la tronsoane şi mai ales la construcţiile hidrotehnice (ca strat protector şi impermiabilizator, la construcţia barajelor, digurilor, canalelor, la protecţia versanţilor, la lacurile de acumulare).

vantajul acestei metode de stabilizare cu ciment, este că pămîntul e material local, iar cimentul se foloseşte în proporţie relativ redusă. Pămîntul stabilizat are caracteristici fizico-mecanice superioare, este durabil, rezistent la acţiunea factorilor hidrogeologici, dinamici şi de trafic.

Metoda permite amestecarea pămîntului cu ciment la temperaturi mult mai joase, decît în cazul cînd se lucrează cu lianţi hidrocarbonaţi.

Condiţii tehnice pentru materialele componente ale straturilor rutiere stabilizate cu ciment.

Pămînturile cu conţinuturi variabile de argilă şi praf trebuie să satisfacă următoarele condiţii:

Dimensiunea maximă a granulelor:

- pentru straturi inferioare ..... 75 mm;
- pentru straturi superioare ..... 5o mm;
- Conţinutul în fracţiuni sub 5 mm > 5o %
- Conţinutul în fracţiuni sub o,5 mm > 15 %
- Conţinutul în fracţiuni sub 8o μ < 8o %
- Conţinutul în fracţiuni sub 2 μ < 3o %

Plasticitatea mortarului argilos (fracţiune sub o,5 mm)

- Limita de curgere (Wc %) max 4o %
  excepţie 5o %
- Indicele de plasticitate (Pp %) max 22 %
  excepţie 25 %.

Compoziţia chimică şi caracteristicile fizico-chimice.

- Conţinutul în substanţe organice şi humus < 2 %. In cazul folosirii materialului fără o tratare prealabilă cu $CaCl_2$ < 4 %.

- Conţinutul în sulfaţi şi sulfuri (exprimat în anhidridă sulfurică SO_3) < 0,2 %

- Conţinutul în săruri de magneziu, exprimat în oxizi de magneziu MgO < 2 %.

- Conţinutul ionilor de hidrogen (pH) = 5.

Pentru folosirea pământurilor care nu corespund prescripţiilor arătate, se va cere avizul unui laborator de specialitate autorizat.

Cimenturi şi adausuri chimice prealabile.

Pentru stabilizarea pământurilor cu ciment se pot utiliza următoarele tipuri de cimenturi:

- ciment portland cu 15 % adausuri STAS 1500 - 60;
- ciment portland..... STAS 388 - 49;
- ciment metalurgic..... STAS 1202 - 62;
- ciment cu tras ..... STAS 1118 - 59;
- ciment de furnal..... STAS 3700 - 62.

Prescripţii:

- Pentru stabilizarea pământurilor argiloase, se recomandă utilizarea cimentului de tip portland.

- Pentru stabilizarea pământurilor cu un conţinut ridicat de sulfaţi (ghips, depuneri de apă de mare, etc.) se recomandă folosirea cimenturilor cu zgură, ciment de furnal, ciment metalurgic, etc.

- In cazul pământurilor cu conţinut ridicat de substanţe organice (peste 2 %, dar sub 4 %) se recomandă ca înainte de stabilizarea propriu-zisă cu ciment, să se facă o tratare prealabilă a lor cu 1-2 % $CaCl_2$ din greutatea uscată a pământului, sub formă de praf sau soluţie. Utilizarea tratării prealabile cu clorură de calciu şi dozajul necesar, se vor stabili prin încercări de laborator.

- In cazul pământurilor cu conţinut foarte ridicat de argilă (peste 30 %), precum şi în cazul pământurilor cu aciditate crescută, cu pH < 5, se recomandă utilizarea tratării lor prealabile cu var, sub formă de praf de var stins sau pastă diluată. Dacă este posibil, se va utiliza praf de var nestins,

Scanned with OKEN Scanner

a cărui acţiune este mai eficace. Dozajele recomandabile sînt 2-4 % exprimate în oxid de calciu.

- Varul folosit trebuie să corespundă prescripţiilor STAS 146 - 61.

- Tratarea prealabilă cu var, sub formă de praf de var stins sau nestins, se utilizează cu succes în cazul pămînturilor prăfoase sau argiloase, cu umiditate sporită, precum şi în sezoanele umede ale anului. In aceste cazuri, praful de var stins sau nestins, se va utiliza în dozaje de 2-6 % CaO.

- Dozajul de ciment pentru stabilizarea propriu-zisă se va scade, în cazul tratării prealabile cu var. Se recomandă ca praful de var stins, să nu aibă o vechime mai mare de 3o de zile în momentul folosirii.

Apa, folosită la lucrările de stabilizare, să satisfacă cerinţele tehnice prevăzute la lucrările de betoane şi mortare de ciment STAS 79o-61. "Apa pentru mortare şi betoane".

Incercări preliminare de laborator.

Identificarea pămînturilor.

Probele de teren se examinează vizual. In urma acestei examinări, prin amestecare,se obţin probe cu caracteristici asemănătoare.

Probele recoltate de pe partea carosabilă, se vor grupa pe cît posibil pe tronsoane în lungimea drumurilor, pentru a obţine caracteristicile pămînturilor în lungul traseului.

Asupra fiecărui grup de probe, se efectuează următoarele încercări curente de identificare.

- analiza granulometrică prin cernere şi sedimentare conform STAS 3282-52. "Terenul de fundaţie. Analiza granulometrică".

- determinarea limitelor de plasticitate (de curgere şi de frămîntare) şi a indicelui de plasticitate, pe mortarul argilos (fracţiunea sub o,5 mm).

Determinarea caracteristicilor chimice şi fizico-chimice ale pămînturilor.

- Conţinutul de substanţe organice şi humus se determină prin următoarele metode:

Metoda calitativ-colorimetrică, prin tratare cu soluţie de NaOH conf. STAS 4606-54.

Metoda cantitativă prin stabilirea pierderilor la calcinare conf. STAS 166-59.

- Conţinutul în sulfaţi şi sulfuri (exprimat în SO_3) se poate determina prin următoarele metode:

Metoda calitativă prin tratare cu acid clorhidric şi clorură de bariu conform STAS 4606-54.

Metoda cantitativă conform STAS 166-59.

- Conţinutul în săruri de magneziu (exprimat în MgO), se determină conform metodei indicate în STAS-ul 166-59.

- Conţinutul în săruri solubile, se determină prin metoda recomandată de STAS 4606-54.

- Concentraţia ionilor de hidrogen (pH), se determină prin metoda colorimetrică sau cu hîrtie indicatoare.

Stabilirea condiţiilor de compactare.

Condiţiile de compactare, se determină atît pe pîmîntul uscat cît şi pe cel amestecat cu ciment.

Incercări pentru stabilirea dozajului optim necesar de ciment.

Se recomandă a se folosi următoarele dozaje de ciment la efectuarea amestecurilor de laborator.

pentru pămînturi nisipoase şi prăfoase 4-6 % sau 8-lo %.

pentru nisipuri mijlocii sau fine: 6-18 %.

pentru pămînturi argiloase 8-lo%sau 12-14 %.

Cu fiecare din dozajele de ciment se execută amestecuri, cu pămîntul ce urmează a fi stabilizat.

Adausul de apă în aceste amestecuri, se ia egal cu cel corespunzător umidităţii optime la compactare.

Din fiecare amestec, se confecţionează epruvete cilindrice cu diametrul de 5,o-7,o cm sau lo,o cm şi înălţimea de 7,5-lo,5 cm, funcţie de dimensiunea maximă a granulelor conţinute în pămîntul de stabilizat.

Se pot confecţiona şi cuburi cu latura de 5 cm.

Epruvetele se păstrează, pînă la încercare, în diverse condiţii şi intervale variabile de timp, astfel:

atmosferă umedă 7,14 şi 21 zile;

atmosferă umedă 7 zile şi imersie totală în apă 7 zile;

atmosferă umedă 7 zile şi 14 cicluri de saturare-uscare (un ciclu fiind compus din 18 ore păstrate în etuvă la 71°C şi 5 ore imersie în apă la 25°C);

atmosferă umedă 7 zile şi 14 cicluri de îngheţ-dezgheţ (un ciclu fiind compus din 16 ore păstrate la -5o°C şi 8 ore păstrate la +25°C).

Temperatura negativă se aplică numai la faţa superioară a epruvetelor, suprafaţa laterală a acestora fiind perfect izolată, iar la partea lor inferioară se cere să existe o sursă de alimentare cu apă.

Epruvetele, păstrate în condiţiile arătate, se supun încercărilor obligatorii şi încercărilor informative date în tabelul nr. 6. Incercările informative se execută la cererea proiectantului sau beneficiarului, precum şi la aprecierea laboratorului de specialitate.

Tabelul nr.6

TIPUL INCERCARII		Incercarea se va face asupra epruvetelor păstrate în condiţiile arătate la subpunctele a, b, c şi d.			
		a	b	c	d
Incercări obligatorii	1. Rezistenţa la compresiune la viteza de încărcare de 5 mm/min.	da	da	da	da
	2. Absorbţia de apă în greutate şi umflarea volumetrică.	da	da	da	da
Incercări informative	3. Rezistenţa la întindere prin comprimare pe generatoare, la viteza de încărcare de 5 mm/min.	da pentru epruvetele păstrate la 7 şi 14 zile în atm. umedă	-	-	-

(Continuare la tabelul nr. 5)

4. Pierderea în greutate în urma ciclurilor de uscare-saturare sau îngheţ-dezgheţ.	-	-	da	da

In cazul cînd pe teren, nu există pericolul de producere a degradărilor prin îngheţ-dezgheţ, sau cînd condiţiile locale sînt de aşa natură încît nu permit producerea unor degradări la saturare-uscare în cuprinsul stratului stabilizat, se poate renunţa la aceste două încercări.

Criteriul stabilităţii la apă.

Stabilitatea la apă se apreciază prin:

Scăderea rezistenţei la compresiune, a epruvetelor păstrate 7 zile în atmosferă umedă şi 7 zile imersate în apă (σ_{c7+7}) faţă de rezistenţa la compresiune, a epruvetelor păstrate 14 zile numai în atmosfera umedă ($\sigma_{c_{14}}$).

Această scădere (σ_c) trebuie să fie de maxim 20 %.

Comparaţia între cele două valori ale rezistenţei la compresiune, nu se face decît pentru epruvetele care după 14 zile păstrate în atmosferă umedă, atestă o rezistenţă la compresiune, $\sigma_c > 1{,}25\ \sigma_{c_7}$.

Umflarea volumetrică a epruvetelor păstrate 7 zile în apă, (U_1) trebuie să fie de max 2 %.

Absorbţia de apă a epruvetelor păstrate 7 zile în atmosferă umedă şi 7 zile imersate în apă (A_1) trebuie să fie de max 5 %.

Criteriul rezistenţei la ciclurile de saturare-uscare.

Rezistenţa la saturare-uscare se apreciază prin:

- Scăderea rezistenţei la compresiune a epruvetei păstrate 7 zile în atmosferă umedă, la 14 cicluri de saturare-uscare ($\sigma_{c_{s-a}}$), faţă de rezistenţa la compresiune a epruvetelor păstrate 21 zile numai în atmosfera umedă ($\sigma_{c_{21}}$).

Această scădere trebuie să fie de max 2o %.

- Umflarea volumetrică a epruvetelor după 14 cicluri de saturare-uscare (U_{s-a}) trebuie să fie de max. 2 %.

- Absorbţia maximă de apă a epruvetelor, după 14 cicluri de saturare-uscare (A_{s-u}), trebuie să fie mai mică decît valoarea porozităţii la confecţionare.

- Pierderea în greutate a epruvetelor, după 14 cicluri de saturare-uscare în greutate trebuie să fie:

- pentru pămînturi prăfoase..... 7 %
- pentru pămînturi argiloase..... 5 %

Criteriul rezistenţei la cicluri de îngheţ-dezgheţ.

Rezistenţa la îngheţ-dezgheţ se apreciază prin aceleaşi criterii arătate la ciclurile de saturare-uscare.

Stabilizarea cu var.

La stabilizarea argilelor cu var, se obţin următoarele efecte:

- modificări în complexul de adsorbţie al argilelor, prin înlocuirea ionilor hidrofili de hidrogen şi de sodiu, cu ioni de calciu hidrofobi.

- floculizarea şi glomerularea argilei ca urmare a schimburilor ionice şi a legării particulelor alăturate.

- reducerea plasticităţii argilelor, prin creşterea limitei de frămîntare şi micşorarea indicelui de plasticitate al amestecului argilos.

- mărirea coeziunii, rezistenţei şi capacităţii portante a argilelor, prin formarea hidroxidului de calciu, a silicaţilor şi aluminaţilor de calciu cu proprietăţi de cimentare.

- micşorarea conţinutului procentual de umiditate, din argila tratată, prin fixarea apei necesare stingerii varului, (în cazul tratării argilei cu praf de var nestins) şi apoi de cristalizare şi de reacţie necesară formării compuşilor complecşi ulteriori.

- ph-ul argilei creşte pînă la 9-12, ceea ce arată că se obţine o reacţie net bazică în pămînt tratat cu var.

Ca urmare a acestor efecte, se obţine o argilă lucrabilă şi cu proprietăţi fizico-chimice şi mecanice mult ameliorate.

In procesul de stabilizare a argilelor, varul se poate întrebuinţa sub diverse forme:

a. praf de var nestins;

b. var stins;

c. pastă de var diluată.

In tabelele ce urmează, sînt date rezultatele rezistenţelor la compresiune, la stabilizarea cu var a unei argile de plasticitate foarte ridicată (tab. 7) la stabilizarea cu var a unui praf argilos de tipul loessului (tab. 8 şi 9).

Tabelul nr. 7

Reţeta amestecului	Rezistenţa la compresiune după atmosfera umedă kgf/cm^2	
	După 24 h	după 7 zile
5 %CaO praf nestins	3,62	5,o
lo %CaO praf nestins	5,8	7,2
lo %CaO praf stins	7,2	8,o
lo %CaO pastă de var diluată	4,o	6,75

Tabelul nr.8

Rezistenţele încercărilor de stabilizare cu var a unui praf argilos de tipul loessului.

Reţeta amestecului	Rezistenţa la compresiune după atmosfera umedă kgf/cm^2	
	24 h	7 zile
5% CaO praf nestins	8,5	-
3% $Ca(OH)_2$ pastă diluată	6,3	9,5
5% CaO praf stins după 24h adăugat	11,3	8,7
5% CaO praf stins	9,2	9,6

Tabelul nr. 9

Rezultatele încercărilor de stabilizare cu var, a unui praf argilos, de tipul loessului.

Reţeta amestecului	σ_c. după 3 zile la atmosferă umedă kgf/cm^2	σ_c după 7 zile la atmosferă umedă kgf/cm^2	σ_c. după 14 zile la atmosferă umedă kgf/cm^2
3% praf de var, compactare imediat după amestecare	9,o	7,5	lo,o
6% praf de var, compactare imediat după amestecare	8,5	11,o	8,5
6% praf de var, compactare după 24h de la amestecare	lo,7	11,5	17,5
9% praf de var, compactare după 24h de la amestecare	9,7	9,7	9,5

Stabilizarea cu var şi ciment

Rezultatele obţinute pentru rezistenţa la compresiune, la stabilizarea cu var şi ciment sînt date în tabelul nr.lo.

Tabelul nr. lo

Rezultatele încercărilor de stabilizare a argilei prăfoase cu ciment, după tratarea prealabilă cu 5%CaO

Dozaj de ciment	Incercarea la compresiune după 7 zile la atmosferă umedă kgf/cm^2	Incercarea la compresiune după 14 zile la atmosferă umedă kgf/cm^2
3	38,4o	51,lo
6	57,5o	57,oo
9	57,oo	72,lo
12	73,3o	72,5o

Stabilizarea cu var şi cenuşă.

Una dintre proprietăţile importante ale cenuşei de termocentrală, care face ca acest deşeu să poată fi folosit în construcţii, este capacitatea sa de a fixa calciul în prezenţa apei şi de a forma compuşi cu proprietăţi hidraulice.

Componentul principal al cenuşei este SiO_2 (circa 50 %).

Stabilizarea cu sticlă solubilă.

Sticla solubilă din punct de vedere chimic, este un silicat de sodiu $Na_2O.nSiO_2$ sau silicat de potasiu $K_2O.nSiO_2$.

In procesul stabilizării, forma sub care se foloseşte sticla solubilă, este de soluţie cu densitatea 1,68° Be'.

Soluţia este introdusă în pământul argilos printr-un sistem de ţevi, sub presiune de 1,5 - 5 atm.

Prin injectarea soluţiei, pământul din jurul injectorului este consolidat, căpătînd următoarele însuşiri: stabilitate la acţiunea apei, capacitate portantă ridicată, impermiabilitate şi posibilităţi foarte mici de tasare.

Procesul fizico-chimic de întărire a argilelor, se bazează pe o bună pătrundere a soluţiei de silicat în teren prin reţeaua de micro- şi macrocapilare, pe o rapidă formare şi întărire a gelului silicic, ca urmare a reacţiilor chimice ce au loc între soluţia injectată şi sărurile din pământul argilos, în special sulfaţii de Ca şi Mg.

Din datele experimentale, s-a văzut că concentraţia optimă pentru silicat, este de 15 %.

Rezultate şi mai satisfăcătoare s-au obţinut prin introducerea unui procent de 0,2 % ClNa în soluţie de silicat.

Rolul clorurei de sodiu este de a mări solubilitatea sulfaţilor din pământ.

Reacţia chimică care are loc în acest caz este:

$$Na_2O.nSiO_2 + CaSO_4 + mH_2O \longrightarrow SiO_2(m-1)H_2O + Na_2SO_4 + Ca(OH)_2$$

Procesul de întărire se continuă timp de 30 zile.

La injectare se foloseşte 250-300 l/m^3 soluţie de silicat de sodiu.

Stabilizarea pămînturilor cu mase plastice.

Aprecieri generale. In ultimii 10-15 ani, se întreprind cercetări de stabilizare a pămînturilor, cu adausuri de mase plastice (răşini sintetice).

Condiţiile pe care ar trebui să le îndeplinească răşina, spre a fi utilizată în acest scop sînt:

- Să aibă adeziune la pămînt în prezenţa apei;
- Să aibă coeziune moleculară internă mare;
- Să polimerizeze în scurt timp de la mestecare cu pămîntul, sau de la injectarea în pămînt (2-5 zile) la temperatură normală ca şi la temperatură scăzută;
- Să lege în procesul de polimerizare cantităţi importante de apă.
- După polimerizare, să fie insolubilă în apă şi să-şi menţină timp îndelungat elasticitatea;
- Să aibă rezistenţă la variaţii de temperatură şi la acţiunea microorganismelor;
- Să necesite agenţi de întărire accesibili.

La nivelul actual de dezvoltare a industriei chimice de sinteză, răşinile oferite nu satisfac decît parţial condiţiile cerute de constructori.

De aici rezultă necesitatea studierii:

- posibilităţilor de folosire a răşinelor la pămînturi, acolo unde în prezent nu dau rezultate (pămînturile cu aciditate mare şi pămînturile cu supraumiditate etc.).

- In prezent se studiază răşinile ureo-formaldehidice (carbamidice, furfurol - anilinice etc.).

- La Institutul "Studii şi cercetări hidrotehnice" se studiază, începînd din 1961, folosirea răşinilor ureo-formaldehidice şi melamino formaldehidice la stabilizarea pămîntului.

Concluzii asupra rezultatelor stabilizării cu răşini melamino-formaldehidice.

La adausul de răşină, în aceiaşi proporţie cu cimentul în mortarele de argilă-ciment, eficienţa tehnică e de 2-4 ori mai mare.

Faţă de alte răşini (exemplu răşina furfurol anilinică) la procente egale de răşini, cele melaminice dau rezultate mai bune.

Cu 8 % răşină, rezistenţele mecanice sînt mai bune, decît cele necesare în practica stabilizării şi consolidării pămînturilor (unde se cere 15-3o kgf/cm^2).

Rezultatele variază în funcţie de răşină, de tipul de pămînt, de regimul de păstrare a epruvetelor.

Se înregistrează o bună rezistenţă la apă. Creşterile de rezistenţă la compresiune la 28 zile, ajung la 15 %.

Rezultatele obţinute arată că răşinile melaminice, se pot folosi la stabilizarea pămîntului, în lucrări hidrotehnice (diguri, baraje) şi în lucrările rutiere.

Stabilizarea cu răşini ureo-formaldehidice.

In stabilizarea pămînturilor se foloseşte: urelitul şi ureforul.

Urelitul se obţine prin condensarea ureei cu formaldehidă în mediu apos cu raportul molar 1:2,1. La noi în ţară urelitul, se livrează sub două forme:

Urelit C cu întărire la cald,

Urelit R cu întărire la rece.

Ureforul se obţine din uree cu aldehidă formică în mediu apos, cu raport molar 1:1,7, se mai foloseşte la stabilizarea pămînturilor, urelitul C cu melamină formaldehidică, la care se adaugă întăritori ca:

- amestecul "IR" din 9o% clorură de amoniu şi lo % urotropină.
- acid clorhidric
- acid oxalic

Avantajele pe care le oferă răşinile ureo formaldehidice în procesul de stabilizare sînt:

Urelitul C, Urelitul R şi Ureforul modificat cu melamină, corespund condiţiilor pentru stabilizarea pămînturilor.

Se pot folosi în stabilizare, acolo unde procedeele curente nu dau rezultate pămînturi foarte umede, cu aciditate mare etc.

Se obţin,rezistenţe mecanice superioare, celor obţinute cu alte răşini.

Deoarece se fabrică în masă în ţara noastră, costul e în continuă,scădere şi sînt perspective de utilizare la scară industrială.

Au eficienţă tehnică, de 2-3 ori,mai mare decît cimenturile de marcă 400, în procente egale.

Pămînturile stabilizate cu aceste răşini, au stabilitate bună la agresivitate chimică.

Domeniul de utilizare, poate fi extins,datorită faptului că pot fi diluate cu apă şi deci preparate la vîscozitatea necesară pentru injectări.

Se obţin bune rezultate în construcţii hidrotehnice (diguri, baraje de pămînt, ecrane), în construcţia drumurilor şi consolidarea terenurilor de fundaţie.

Stabilizarea pămînturilor cu bitume şi gudroane.

In construcţia de drumuri,se foloseşte stabilizarea pămînturilor cu lianţi organici.

Unul din neajunsurile acestei metode, este slaba aderenţă a bitumului sau gudronului la suprafaţa hidrofilă a pămîntului. Alt neajuns este existenţa peliculelor subţiri de liant organic, care scade puternic rezistenţa mecanică a pămîntului stabilizat la creşterea temperaturii.

Observarea îndelungată a îmbrăcămin̦ilor din pămînt cu gudron sau bitum, a arătat că vara sub influenţa temperaturii înalte şi circulaţiei intense, în multe locuri apar deformaţii sub formă de valuri transversale şi longitudinale.Cercetările au confirmat că este necesar să se creeze o îmbrăcăminte de pămînt,mai puţin plastic şi mai rezistent faţă de temperatură şi apă.Datorită acestui fapt,încă din 1953, s-a început să se aplice metoda stabilizării complexe a pămînturilor cu lianţi organici(bitum lichid sau gudron) şi cu lianţi minerali(var, ciment etc.).

Această metodă, este bazată pe următoarele ipoteze: liantul mineral, întărit în interacţiunea fizico-chimică cu pămîntul, schimbă natura suprafeţei particulelor lui şi creează condiţiile pentru formarea peliculelor mai rezistente de liant organic.

Această metodă dă posibilitatea să scadă cantitatea de liant organic şi să îmbunătăţească proprietăţile fizico-mecanice ale pămînturilor stabilizate cu lianţi organici.

BIBLIOGRAFIE

1. STEOPOE ALEX. - Materiale de Construcţii.Buc. 1964.
2. SOLACOLU ŞERBAN - Chimia fizică a silicaţilor. Buc. 1965.
3. CERNĂTESCU A.,SILION T. - Curs de Geotehnică.Bucureşti 1963.
4. SOLOMON O.,IONESCU I. - Compuşi macromoleculari în construcţii hidrotehnice.Bucureşti 1966.
5. Revistă - Caiet selectiv.Materiale de Construcţii, Bucureşti.
6. - Construcţii şi Materiale de Construcţii, Bucureşti.
7. - Revista transporturilor,Bucureşti.
8. - Industria construcţiilor, Bucureşti.
9. CERNĂTESCU A. ş.a. - Studiul posibilităţilor de aplicare a metodelor de silicatare a terenurilor de fundaţii pentru construcţiile din Iaşi.I.P.I. 1960.

Normativ condiţionat pentru proiectarea şi executarea straturilor din pămînt stabilizate cu ciment la lucrări de drumuri.

Scanned with OKEN Scanner

Capitolul II

I P S O S U L

A. GENERALITĂŢI

Ipsosul face parte din categoria lianţilor nehidraulici, artificiali, deoarece prin amestecare cu apă în cantitate corespunzătoare formează o pastă care se întăreşte numai în aer.

Materia primă folosită la fabricarea ipsosului, este roca numită ghips, care este un sulfat de calciu dihidritat: $CaSO_4.2H_2O$, cristalizat în sistemul monoclinic şi cu greutatea specifică de 2,32 g/cm^3.

Roca de ghips pură are culoarea albă, iar impurităţile în cantităţi mici îi nuanţează culoarea.

O varietate foarte pură de ghips de culoare albă este alabastrul, care este folosit pentru confecţionarea obiectelor de artă.

O altă varietate de ghips este anhidritul, care este format din sulfat de calciu anhidru. Anhidritul măcinat se foloseşte ca liant pentru mortarele de zidărie.

Procesul tehnologic de obţinerea ipsosului constă în deshidratarea parţială a ghipsului prin încălzire la cel mult 300°C. Acest proces are loc în cuptoare de cîmp cu funcţionare periodică sau în cuptoare rotative şi cazane fierbătoare cu funcţionare continuă.

Prin încălzirea treptată a ghipsului are loc deshidratarea lui în două etape:

Intre 95° şi 120°C ghipsul pierde 3/4 din apa de cristalizare şi se transformă în sulfat de calciu semihidratat.

Scanned with OKEN Scanner

$$CaSO_4 \cdot 2H_2O \rightarrow CaSO_4 \cdot 1/2H_2O + 1\ 1/2\ H_2O$$

Aceasta este o transformare pseudomorfă.

Intre 150° - 165°C pierde şi restul apei de cristalizare şi se formează sulfat de calciu anhidru, numit anhidrit solubil (β anhidrit)

$$CaSO_4 \cdot 1/2\ H_2O \rightarrow CaSO_4 + 1/2\ H_2O$$

Anhidritul solubil este stabil pînă la 300°C.

Toate aceste transformări sînt reversibile, aşa încît în prezenţa apei, anhidritul solubil trece în sulfat de calciu semihidratat şi apoi în sulfat de calciu dihidratat.

Peste 300°C anhidritul solubil se transformă în anhidrit insolubil (α anhidrit).

Peste 850°C anhidritul insolubil începe să se disocieze termic după următoarea reacţie reversibilă:

$$CaSO_4 \rightleftharpoons CaO + SO_3$$

Clasificarea ipsosurilor.

In funcţie de temperatura de ardere a materiei prime se obţin diferite varietăţi de ipsos:

ipsosul de construcţii - se obţine la încălzirea ghipsului pînă la 300°C. Dacă materia primă este foarte curată, liantul obţinut se numeşte ipsos de modelat. In aceşti doi lianţi predomină sulfatul de calciu semihidratat. Anhidritul solubil (β $CaSO_4$) care este foarte nestabil, în prezenţa umidităţii din aer trece repede în sulfat de calciu semihidratat, care este mai stabil în atmosfera obişnuită.

cimentul de anhidrit - se obţine la încălzirea ghipsului în jurul temperaturii de 600°C. Este format din anhidrit insolubil (α $CaSO_4$).

ipsosul de pardoseală - se obţine la încălzirea ghipsului peste 900°C. Este format din anhidrit insolubil (α $CaSO_4$) cu cantităţi mici de oxid de calciu.

ipsosul de mare rezistenţă - se obţine încălzind ghipsul în autoclavă pînă ce presiunea vaporilor de apă formaţi prin

deshidratare ajunge la 1,3 at, ceea ce corespunde la 108°C. Este format din cristale de sulfat de calciu semihidratat de formă mai plină şi mai compacte (forma α) spre deosebire de cristalele buretoase formate la încălţire la presiunea atmosferică (forma β).

Din cauza formei şi structurii compacte a cristalelor, ipsosul autoclavizat necesită mai puţină apă de amestecare decît ipsosul de construcţii şi dă produse întărite mai compacte şi cu rezistenţă la compresiune de 150 - 200 kgf/cm^2.

ipsosul alaunat - se obţine în două faze de fabricare şi anume:

- în prima fază, ghipsul se încălzeşte pînă la 300°C şi se amestecă cu o soluţie de alaun

- (sulfat de aluminiu şi potasiu $[KAl(SO_4)_2]\ 12H_2O$ cu care face priză).

- în a doua fază, produsul întărit se arde a doua oară la 600°C şi apoi se macină fin.

Produsul rezultat este compact din cauză că sub acţiunea vaporilor de apă degajaţi în timpul celei de a doua deshidratări, alaunul se hidrolizează şi formează hidroxid de aluminiu sub formă de gel şi sulfat acid de potasiu.

Gelul de hidroxid de aluminiu colmatează porii materialului şi leagă între ele cristalele de sulfat deshidratat, iar sulfatul acid de potasiu activează hidratarea anhidritului.

Ipsosul alaunat dă rezistenţe de ordinul a 300 kgf/cm^2 şi se poate lustrui frumos.

In prezent, în ţara noastră se fabrică numai ipsos de construcţii şi ipsos de modelat.

In raport cu culoarea, timpul de priză, fineţea de măcinare, rezistenţele mecanice, puritatea materiei prime, ipsosul de construcţii şi ipsosul de modelat se livrează în 3 calităţi conform STAS 545-59.

Ipsosul de construcţii

Calitatea I (ipsosul fin) - este folosit singur, sau amestecat cu var, la prepararea mortarelor pentru scliviseli şi

pentru confecţionarea pieselor de construcţie la care se cere o fineţe mai mare a ipsosului.

Calitatea II (ipsosul grosier) - este folosit singur sau amestecat cu var, la prepararea mortarelor de zidărie, grundurilor la tencuielile elementelor de construcţii etc.

Calitatea III (ipsosul pentru carouri) - poate fi folosit la elemente fabricate care nu au de suportat sarcini în construcţie sau condiţii de umiditate variabile şi la fabricarea carourilor de pardoseală.

Ipsosul de modelat.

Special şi calitatea I - este folosit pentru confecţionarea tiparelor pentru turnarea obiectelor din ceramică fină.

Calitatea II - este folosit la confecţionarea de tipare pentru produse ceramice şi turnarea diferitelor obiecte şi modele, la confecţionarea de piese decorative şi pentru scopuri chirurgicale.

Domeniile de utilizare ale ipsosurilor.

Lianţii pe bază de ghips se folosesc numai pentru lucrări interioare şi în medii cu umiditatea aerului mai mică de 6o %.

Ipsosul de construcţii se foloseşte la mortare pentru tencuieli interioare, singur sau împreună cu un adaus de pastă de var gras.

In afară de tencuieli, se mai foloseşte în industria prefabricatelor, la confecţionarea blocurilor de zidărie pentru zidurile interioare şi a fîşiilor pentru planşee.

Ipsosul de modelat se întrebuinţează sub formă de pastă la copiat diverse obiecte prin luare de mulaje negative; din cauza măririi de volum din timpul prizei, ipsosul pătrunde în cele mai mici sinuozităţi ale modelului şi-l copiază exact.

Se mai foloseşte pentru confecţionarea de ornamente pentru decorarea interiorului încăperilor şi în industria ceramică, la confecţionarea tiparelor în care se toarnă masa ceramică fluidă, spre a lua anumite forme. Ipsosul întărit fiind poros, absoarbe excesul de apă din masa ceramică şi aceasta se întăreşte în formă şi se decofrează.

Scanned with OKEN Scanner

Cimentul de anhidrit se foloseşte la executarea de pardoseli interioare, la mortarele de zidărie care necesită o rezistenţă mai mare şi ca liant pentru betoane de rezistenţă mai redusă şi numai pentru piese de construcţie aeriene.

Ipsosul de pardoseală se foloseşte pentru executarea pardoselilor interioare.

Ipsosul de mare rezistenţă se întrebuinţează în industria prefabricatelor care necesită rezistenţe mai mari şi o deformare sub sarcină mică.

Ipsosul alaunat se întrebuinţează la decoraţii interioare. Prin amestecare cu diverşi pigmenţi poate să imite marmora.

Ipsosul de construcţii şi ipsosul de modelat.

Condiţii tehnice.

Ipsosul de construcţii şi ipsosul de modelat trebuie să satisfacă condiţiile din STAS 545-59, date în tabelul nr.11.

Tabelul nr.11

Caracteristici	Ipsos de construcţii			Ipsos de modelat		
	Cal.I	Cal.II	Cal.III	Special	Cal.I	Cal.II
1	2	3	4	5	6	7
Culoare	albă gălbuie pînă la slab cenuşie			albă	albă	albă gălbuie pînă la cenuşie
Priza la pasta de consistenţă normală:						
-începutul, minute min.	4	3	3	8	5	4
-sfîrşitul, minute min.	8	6	6	12	1o	6
-sfîrşitul, minute max.	3o	3o	3o	2o	2o	2o
Fineţea de măcinare:						
-rest pe sita cu ţesătură de sîrmă nr. o75 STAS 1o77-5o,% max.	2	5	6	o	o,2	o,5
-rest pe sita cu ţesătură de sîrmă nr. o2o STAS 1o77-5o,% max.	15	25	25	3	5	1o

(Continuare la tabelul 11)

1	2	3	4	5	6	7
Rezistenţa la tracţiune: - după 1 zi, kgf/cm^2 min. - după 7 zile, kgf/cm^2 min.	1o 2o	8 18	6 15	- -	- -	8 1o
Rezistenţa la tracţiune din încovoiere: - după 1 zi, kgf/cm^2 min. - după 7 zile, kgf/cm^2 min.	- -	- -	- -	2o 35	15 28	- -
Rezistenţa la compresiune: - după 1 zi, kgf/cm^2 min. - după 7 zile, kgf/cm^2 min.	6o 1oo	5o 8o	35 6o	5o 8o	- -	- -
Conţinutul de sulfat de calciu semihidratat ($CaSO_1.1/2\ H_2O$), % min	9o	8o	65	94	9o	85

Condiţii de recepţie (conform STAS 545-59).

Loturile pentru verificarea calităţii la ipsos sînt de maximum 3o tone.

Analizele chimice şi încercările fizice şi mecanice se efectuează pe proba medie care se obţine astfel: din lotul care se expediază se iau din lo saci aleşi la întîmplare, cîte 2 kg ipsos. Cantităţile luate se amestecă bine şi se introduc în două cutii de tablă, în fiecare cîte lo kg. Cutiile se închid ermetic.

Materialul dintr-o cutie constituie proba pentru analize şi încercări, iar materialul din cealaltă cutie constituie contraproba, care se păstrează timp de 3o zile pentru încercări în caz de contestaţie.

Metode de încercare -(conform STAS 545-59)

Incercări fizice şi mecanice.

B. ÎNCERCĂRI FIZICE.

- Culoarea
- Fineţea de măcinare

- Cantitatea de apă de amestecare pentru pasta de consistenţă normală

Priza.

C. INCERCARI MECANICE.

- Incercarea la compresiune
- Incercarea la tracţiune
- Incercarea la tracţiune din încovoiere.

Incercări fizice.

Culoarea.

Culoarea se determină vizual la pasta de consistenţă normală preparată pentru determinarea rezistenţelor mecanice.

Finetea de măcinare.

Finetea de măcinare a ipsosului se apreciază după restul rămas la cernerea pe sitele cu ţesătură de sîrmă nr. o75 şi o2o STAS 1o77-5o.

Aparatură.

Sita normală cu ţesătură de sîrmă nr.o75 (64 ochiuri/cm^2)

Sita normală cu ţesătură de sîrmă nr.o2o(9oo ochiuri/cm^2) cu următoarele caracteristici (tabelul nr. 12).

Tabelul nr.12.

Ochiuri/cm^2	Latura ochiului mm	Grosimea sîrmei mm
64	o,75	o,3o
9oo	o,2o	o,13

Sitele pot fi montate în rame de lemn de formă pătrată cu latura de 22 cm şi înălţimea de 9 cm sau în rame rotunde metalice de 18..2o cm diametru şi 3... 5 cm înălţime(fig.8).

Modul de lucru

Se cîntăreşte la balanţa tehnică 1oo g ipsos, în prealabil uscat la 5o°C şi se cerne mai întîi pe sita nr. o75.Sita

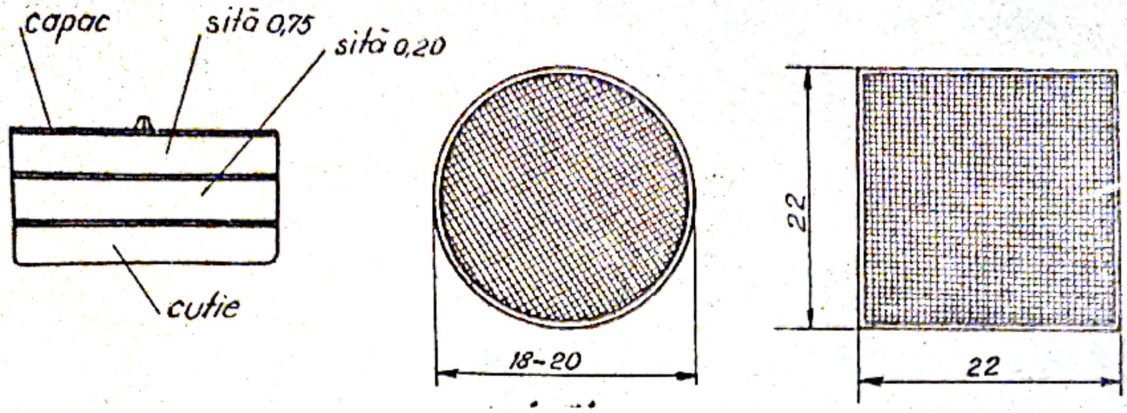


Fig. 8.

se ţine cu mîna dreaptă şi se bate cu mîna stîngă deasupra unei foi albe de hîrtie. Se dau circa 120 bătăi pe minut. După fiecare jumătate de minut sita se roteşte cu 90°, iar după fiecare 5 minute se periţe cu o perie moale pe faţa exterioară, spre a desfunda ochiurile.

Cînd se pare că nu mai trece nimic prin sită, se trece restul de pe sită pe o foaie de hîrtie cu lustru, se pune pe această foaie sita răsturnată şi i se desfundă ochiurile prin perieţe pe faţa exterioară cu o pensulă sau o perie de păr moale.

Se cîntăreşte restul la balanţa analitică, se trece cantitativ pe sită, se mai cerne încă două minute şi restul se cîntăreşte din nou. Dacă la a doua cernere restul n-a scăzut cu mai mult de 0,1 g, cernerea se consideră terminată. In caz contrar, cernerea se repetă din două în două minute, pînă ce se ajunge la o diferenţă între două cîntăriri succesive mai mică decît 0,1 g.

Restul se trece pe sita nr. 020 şi operaţia se repetă în acelaşi mod. Determinarea se repetă încă o dată tot cu 100 g ipsos.

Resturile obţinute de la cele două cerneri se exprimă în procente. Dacă diferenţa dintre ele este mai mică decît 1% determinarea se consideră bună şi fineţea se exprimă prin media aritmetică a rezultatelor. In caz contrar, operaţia se repetă pînă ce se obţin două cerneri concordante.

Exemplu numeric.

Greutatea materialului luat în lucru = loo g
Reziduu pe sita nr. o75 = 1,2 g sau 1,2 %
Reziduu pe sita nr. o2o = 11 g sau 11 %

Rezultă că ipsosul studiat este de calitatea I conform STAS 545-59.

Cantitatea de apă de amestecare pentru pasta de consistenţă normală.

Apa de amestecare pentru pasta de consistenţă normală este cantitatea de apă necesară la loo g ipsos pentru a se obţine o pastă de consistenţă normală, asupra căreia se determină timpul de priză şi rezistenţele mecanice.

Cantitatea de apă de amestecare necesară, variază în funcţie de finețea de măcinare a ipsosului şi de forma cristalelor sale, între 55-7o ml pentru loo g ipsos.

Pentru determinarea cantităţii de apă de amestecare sînt două metode: o metodă practică şi o metodă standardizată conform STAS 545-59.

Metoda practică.

Aparatură.

- 1 pahar Berzelius de 3oo ml
- 1 cilindru gradat de loo ml
- balanţă tehnică
- 1 scafă.

Modul de lucru

Intr-un pahar de laborator de formă joasă de 3oo ml capacitate, se toarnă loo ml apă măsurată exact, cu un cilindru gradat de loo ml şi se cîntăreşte la o balanţă tehnică paharul împreună cu apa (G_1). Cu ajutorul unei scafe mici, se presară repede şi uniform în pahar ipsos, pînă ce acesta iese la suprafaţa apei. Această presărare nu trebuie să dureze mai mult de un minut. Imediat se cîntăreşte paharul (G_2) şi diferenţa

($G_2 - G_1$) este egală cu ipsosul necesar pentru 100 ml apă. Paharul trebuie curăţat imediat, înainte ca ipsosul să înceapă priza.

Cantitatea de apă de amestecare pentru 100 g ipsos este dată de formula:

$$\text{Apa de amestecare} = \frac{100}{G_2 - G_1} \cdot 100 \text{ ml/100 g}$$

în care:

$G_2 - G_1$ = cantitatea de ipsos necesară pentru 100 ml apă, în g.

Exemplu numeric.

G_1 = pahar + apă = 115 + 100 = 215 g

G_2 = pahar + apă + ipsos = 395 g

$$\text{Apa de amestecare} = \frac{100}{395 - 215} \cdot 100 = 55{,}5\ \%$$

Metoda standardizată (conform STAS 545-59)

Aparatură.

Aparat tip Suttard -(fig. 9) format dintr-un tub de alamă cilindric cu diametrul interior de 5 cm şi înălţimea de 15 cm (a), un disc metalic cu diametrul de 4,8 cm prevăzut cu o tijă (b), precum şi dintr-o placă de sticlă cu latura de minimum 20 cm (c). Pe sticlă sînt gravate cercuri concentrice cu diametrul de la 6...20 cm. Cercurile cu diametrul între 6..... 14 cm sînt trasate la o distanţă de 1 cm unul de altul, iar cele cuprinse între 14 şi 20 cm, la distanţa de 2 cm unul de altul. In cazul cînd nu se dispune de o placă de sticlă cu cercuri gravate, se admite

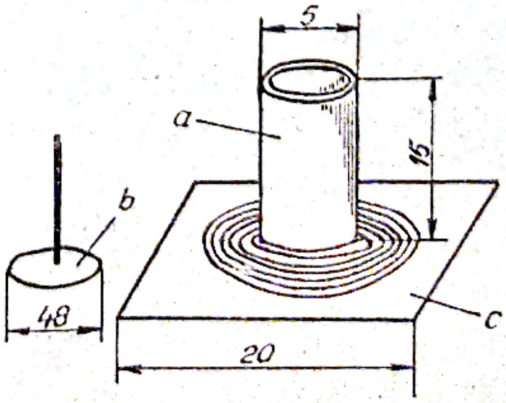


Fig. 9.

desenarea cercurilor pe hîrtie obişnuită care se aşează între două plăci de sticlă.

-balanţă tehnică
-capsulă de porţelan
-cilindru gradat de 25o ml
-cronometru.

Modul de lucru.

Se cîntăresc 3oo g ipsos din probă şi se presară în timp de 3o secunde într-o capsulă de porţelan, în care s-a introdus în prealabil o cantitate oarecare de apă (5o.....7o % din greutatea ipsosului sau cca 18o ml), amestecîndu-se apoi continuu timp de 3o secunde, sfărîmînd eventualele cocoloaşe. Pasta astfel obţinută se lasă în repaus timp de 1 minut apoi, în interval de maximum 3o secunde, se introduce în aparatul tip Suttard, aşezat pe placa de sticlă. Inainte de încercare, atît tubul cît şi placa aparatului Suttard, au fost curăţate bine şi udate cu puţină apă.

Cu discul metalic se nivelează repede şi uşor pasta introdusă în cilindru , apoi imediat printr-o mişcare bruscă, se ridică tubul de jos în sus. Prin ridicarea tubului, pasta de ipsos se întinde pe placa de sticlă formînd o turtă.

Pasta are consistenţa normală cînd diametrul mediu al turtei este de cca 12 cm.

Dacă diametrul mediu al turtei este mai mic sau mai mare ca 12 cm, se repetă încercarea mărind sau micşorînd cantitatea de apă, pînă la obţinerea consistenţei normale.

Cantitatea de apă de amestecare pentru pasta de consistenţa normală , necesară la loo g ipsos , este dată de relaţia:

$$\text{Apă de amestecare} = \frac{V}{3oo} \cdot loo = \frac{V}{3} \text{ ml/loo g}$$

în care:

V - volumul de apă introdus în capsulă pentru obţinerea pastei de consistenţă normală, în ml.

3oo - cantitatea de ipsos luată în lucru, în g.

Exemplu numeric.

V = 186 ml.

Apa de amestecare = $\frac{186}{300}$. 100 = 62 ml/100 g

Priza.

Priza şi întărirea ipsosului sînt procese fizico-chimice.

Cînd ipsosul este pus în contact cu apa, el reacţionează repede şi trece în sulfat de calciu dihidratat care cristalizează acicular şi formează o împîslire de cristale, care transformă pasta plastică iniţială de ipsos şi apă într-o masă solidă friabilă. Acest fenomen se numeşte priză.

Priza se măsoară în unităţi de timp şi se caracterizează printr-un început şi un sfîrşit de priză.

Fenomenul următor prizei se numeşze întărire şi se caracterizează prin creşterea rezistenţelor mecanice.

Intărirea durează în mod practic şapte zile, în care timp se evaporă apa în exces şi cresc rezistenţele mecanice.

Ipsosul întărit se prezintă sub forma unui material poros, din care cauză şi rezistenţele sale mecanice sînt moderate.

Caracteristic pentru ipsos este că priza şi întărirea sa se fac cu o uşoară mărire de volum.

Priza şi întărirea sînt două fenomene care se suprapun fiindcă de îndată ce pasta plastică devine rigidă, ea capătă şi o anumită rezistenţă mecanică. Intre aceste două noţiuni se face adesea confuzie. In general la toţi lianţii se cere să aibă o priză normală, care să permită amestecarea betonului, respectiv transportarea şi punerea lui în lucrare, iar după priză, să aibă o întărire relativ rapidă.

De asemenea felul de a exprima în cifre aceste două procese este diferit: în timp ce priza se exprimă în unităţi de timp, întărirea se exprimă în rezistenţe mecanice, deci în kgf/cm^2.

Pentru determinarea prizei la ipsos se foloseşte metoda cu aparatul Vicat, la fel cu cel întrebuinţat în cazul cimentului Portland STAS 227-49 (vezi referatul "Cimentul").

Aparatură.

- aparat Vicat (vezi referat "Cimentul, fig.18) prevăzut cu acul Vicat.
- balanţă tehnică
- cilindru gradat de 250 ml
- capsulă de porţelan
- inel de ebonit (vezi referat "Cimentul",fig.21)
- placă de sticlă
- cuţit
- cronometru.

Modul de lucru.

Se cîntăresc la balanţa tehnică 200 g ipsos care se presară într-o capsulă de porţelan, în care în prealabil s-a introdus apa de amestecare necesară obţinerii pastei de consistenţă normală.

Presărarea ipsosului în apă se face uniform timp de 30 secunde, iar amestecarea trebuie să dureze tot 30 secunde. Pasta de ipsos obţinută se toarnă în inelul de ebonit al aparatului Vicat, nivelîndu-se suprafaţa pastei cu un cuţit;surplusul de pastă se îndepărtează.

Inelul cu pastă se aşează pe postamentul aparatului Vicat. Acul Vicat se lasă în jos pînă cînd atinge suprafaţa pastei de ipsos şi apoi se lasă să pătrundă singur în pastă, prin propria sa greutate. Incercarea se repetă la fiecare minut, schimbînd de fiecare dată locul de încercare.

Acul se şterge bine, după fiecare pătrundere în pastă.

Prin începutul prizei se înţelege intervalul de timp,în minute, între momentul cînd a început amestecarea ipsosului cu apa, pînă în momentul cînd acul Vicat nu mai străbate toată grosimea pastei.

Prin sfîrşitul prizei se înţelege intervalul de timp, în minute, între momentul cînd a început amestecarea ipsosului cu apa şi momentul cînd acul Vicat nu mai pătrunde în pastă mai mult de 0,5 mm.

Durata prizei este intervalul de timp între sfîrşitul prizei şi începutul prizei.

Inceputul, sfîrşitul şi durata prizei la ipsos se exprimă în minute.

Exemplu numeric.

- Ora presărării ipsosului în apă: 9,2o'
- Inceputul prizei..... 9,26' deci după 6 min.
- Sfîrşitul prizei..... 9,36' deci după 16 min.
- Durata prizei..... 9,36'-9,26' deci după lo minute

Rezultă că ipsosul studiat - conform STAS 545-59 este de calitatea I.

Ipsosul de construcţii termină priza în cel mult 3o minute, interval de timp destul de scurt pentru practică; de aceea pe şantier, pasta de ipsos trebuie preparată în cantităţi mici, spre a putea fi pusă în lucrare cît este încă în stare plastică.

Pentru a înlătura acest neajuns s-a recurs la folosirea unor adaosuri în cantităţi mici care se numesc întîrzietori de priză. Intîrzietorii cel mai des întrebuinţaţi sînt cleiul de gelatină şi unele produse obţinute prin hidroliza parţială a cleiului sau prin polimerizarea leşiilor sulfitice rămase de la fabricarea celulozei prin procedeul sulfit. Se constată că toate aceste substanţe cu apa dau sisteme coloidale. Mecanismul acţiunii lor se explică astfel: în momentul cînd amestecul de ipsos şi apă devine plastic, deci cînd cristalele de dihidrat ajung la mărimea dispersoizilor coloizi, intervin adaosurile arătate, care au rolul de coloizi protectori şi care frînează un anumit timp creşterea mai departe a cristalelor.

Acţiunea întîrzietoare este în funcţie de felul şi cantitatea de adaos şi trebuie stabilită experimental pentru fiecare adaos în parte.

Incercări mecanice.

Determinarea rezistenţelor mecanice ale ipsosului se face pe epruvete confecţionate din pastă de ipsos de consistenţă normală.

Epruvetele vor avea forma şi dimensiunile următoare:

pentru determinarea rezistenţei la compresiune, cuburi cu latura de 7,07 cm.

pentru determinarea rezistenţei la tracţiune, opturi (brichete) cu secţiunea de rupere de 5 cm^2, conform dimensiunilor din STAS 227-49.

pentru determinarea rezistenţei la tracţiune din încovoiere, prisme cu dimensiunile 4 x 4 x 16 cm.

Determinarea rezistenţei la compresiune.

Aparatură.

- Aceeaşi aparatură ca la confecţionarea pastei de consistenţă normală.

- Tipare pentru confecţionarea epruvetelor - sînt la fel cu cele întrebuinţate la încercarea la compresiune a cimenturilor, conform STAS 227-49 (vezi referat "Ciment" fig. 36 a).

- Grătare de lemn.

- Presa hidraulică ca la determinarea rezistenţei la compresiune a cimenturilor conform STAS 227-49 (referat "Ciment" fig. 38).

Modul de lucru.

Confecţionarea epruvetelor.

Se iau 12 porţiuni de cîte 500 g ipsos din probă. Cantitatea de ipsos dintr-o porţiune se introduce treptat timp de 30 secunde într-un vas metalic în care s-a turnat în prealabil apa necesară pentru obţinerea pastei de consistenţă normală. După amestecarea uniformă timp de 1 minut, pasta obţinută se toarnă într-un tipar uns în prealabil cu ulei.

Operaţia se repetă la rel cu celelalte porţiuni de ipsos, confecţionîndu-se în total 12 epruvete.

După un timp echivalent cu începutul prizei ipsosului(cît timp ipsosul se poate netezi) suprafaţa epruvetelor se netezeşte cu cuţitul.

Păstrarea epruvetelor pînă la încercare.

Epruvetele se lasă să se întărească 2 ore, se scot din tipare şi se aşează pe grătare de lemn, într-o încăpere, cu

atmosferă uscată, fără curenţi de aer, avînd o temperatură de 18°-25°C, unde sînt păstrate pînă la termenul de încercare (1 sau 7 zile).

Efectuarea încercării.

Se supun încercării cîte 6 epruvete - cuburi cu latura de 7,07 cm.

Incercarea se face conform STAS 227-49 (vezi referat "Ciment").

Rezistenţa la compresiune va fi dată de relaţia:

$$\sigma_c = \frac{G}{S} = \frac{G}{50} \text{ kgf/cm}^2$$

în care:

G = forţa maximă de sfărîmare la care a cedat cubul, în kgf

S - suprafaţa cubului pe care s-a aplicat această forţă, în cm^2.

Din cele 6 rezultate obţinute, se elimină cele două inferioare şi se face media aritmetică a celorlalte patru, această medie fiind considerată drept rezultatul încercării.

La ipsosul special de modelat, încercarea la compresiune se face pe bucăţile de prisme rezultate de la determinarea rezistenţei la tracţiune din încovoiere. Efectuarea încercării se face conform STAS 5156-56 (vezi referat "Ciment").

Exemplu numeric.

In urma încercărilor efectuate asupra epruvetelor după 1 zi, respectiv 7 zile, s-au obţinut următoarele rezultate:

după 1 zi:

$\sigma_{c_1} = 56 \text{ kgf/cm}^2$

$\sigma_{c_2} = 63 \text{ kgf/cm}^2$

$\sigma_{c_3} = 67 \text{ kgf/cm}^2$

după 7 zile:

$\sigma_{c_1} = 137 \text{ kgf/cm}^2$

$\sigma_{c_2} = 135 \text{ kgf/cm}^2$

$\sigma_{c_3} = 142 \text{ kgf/cm}^2$

Scanned with OKEN Scanner

după 1 zi:

σ_{c_4} = 58 kgf/cm^2

σ_{c_5} = 65 kgf/cm^2

σ_{c_6} = 65 kgf/cm^2

$\sigma_{cm} = \frac{1}{4}(63+67+65+65) = 65$ kgf/cm^2

După 7 zile:

σ_{c_4} = 140 kgf/cm^2

σ_{c_5} = 130 kgf/cm^2

σ_{c_6} = 130,5 kgf/cm^2

$\sigma_{cm} = \frac{1}{4}(137+135+142+140) = 138,5$ kgf/cm^2

Rezultă că ipsosul studiat este ipsos de construcţii de calitatea I, conform STAS 545-59.

Determinarea rezistenţei la tracţiune.

Aparatură.

- Aceeaşi aparatură ca la confecţionarea pastei de consistenţă normală.

- Tipare pentru confecţionarea epruvetelor sînt la fel cu cele întrebuinţate la confecţionarea epruvetelor pentru încercarea la tracţiune a cimenturilor, conform STAS 227-49 (vezi referat "Ciment, fig. 36 b).

- Grătare de lemn.

- Aparat Frühling Michaelis ca la determinarea rezistenţei la tracţiune a cimenturilor conform STAS 227-49 (vezi referat "Ciment", fig. 39).

Modul de lucru.

Confecţionarea epruvetelor.

Se cîntăresc patru porţiuni de cîte 300 g ipsos din probă. Ipsosul dintr-o porţiune se presară treptat, în timp de 30 secunde, într-un vas metalic în care s-a turnat în prealabil apa corespunzătoare pentru obţinerea pastei de consistenţă normală. Se amestecă uniform timp de 30 secunde, după care pasta de ipsos obţinută se toarnă în tipare, care au fost în prealabil unse cu ulei.

Umplerea tiparelor trebuie făcută în mod continuu şi în acelaşi timp, de aceea se introduce în fiecare tipar aproximativ aceeaşi cantitate de pastă, pînă cînd se umplu toate tiparele.

Operaţia se repetă şi cu celelalte porţiuni de cîte 300 g ipsos, confecţionîndu-se în total 12 epruvete. După un timp echivalent cu începutul prizei(cît timp ipsosul se poate netezi) suprafaţa epruvetelor se netezeşte cu cuţitul, fără a fi apăsată.

Păstrarea epruvetelor pînă la încercare.

Epruvetele se lasă să se întărească 2 ore şi apoi se scot din tipare şi se aşează pe grătare de lemn într-o încăpere cu atmosferă uscată, fără curenţi de aer, la temperatura de 18°.....25°C, unde sînt păstrate pînă la termenul de încercare (1 sau 7 zile).

Efectuarea încercării.

Se supun încercării cîte 6 epruvete - brichete. Incercarea se face conform STAS 227-49 (vezi referat "Ciment").

Rezistenţa la tracţiune va fi dată de relaţia:

$$\sigma_t = \frac{G \cdot 50}{5} = G \cdot 10 \text{ kgf/cm}^2$$

în care:

G = forţă maximă de rupere la care a cedat epruveta, în kgf.

50 = raport de transformare

5 = suprafaţa de rupere a epruvetei, în cm^2.

Din cele 6 rezultate obţinute, se elimină cele două inferioare şi se face media aritmetică a celorlalte patru,aceasta medie fiind considerată drept rezultatul încercării.

Exemplu numeric.

In urma încercărilor efectuate asupra epruvetelor după 1 zi, respectiv 7 zile, s-au obţinut următoarele rezultate:

după 1 zi	după 7 zile
$\sigma_{t_1} = 15$ kgf/cm^2	$\sigma_{t_1} = 19$ kgf/cm^2
$\sigma_{t_2} = 13$ kgf/cm^2	$\sigma_{t_2} = 23$ kgf/cm^2
$\sigma_{t_3} = 16$ kgf/cm^2	$\sigma_{t_3} = 25$ kgf/cm^2

după 1 zi:

σ_{t_4} = 15 kgf/cm^2

σ_{t_5} = 1o kgf/cm^2

σ_{t_6} = 11 kgf/cm^2

$\sigma_{tm} = \frac{1}{4}(15+13+16+15) = 14,75$ kgf/cm^2

după 7 zile:

σ_{t_4} = 25 kgf/cm^2

σ_{t_5} = 21,5 kgf/cm^2

σ_{t_6} = 24 kgf/cm^2

$\sigma_{tm} = \frac{1}{4}(23+25+25+24) = 24,25$ kgf/cm^2

Rezultă că ipsosul studiat este ipsos de construcţii de calitatea I , conform STAS 545-59.

Determinarea rezistenţei la tracţiune din încovoiere.

Aparatură.

- Aceeaşi aparatură ca la confecţionarea pastei de consistenţă normală.

- Tipare pentru confecţionarea epruvetelor - sînt la fel cu cele întrebuinţate la determinarea rezistenţelor mecanice ale cimenturilor pe mortare plastice, conform STAS 5156-56 (vezi referat "Ciment", fig. 41, 42, 43).

- Grătare de lemn.

- Aparat Frühling - Michaelis ca la determinarea rezistenţei la tracţiune din încovoiere a cimenturilor pe mortare plastice, conform STAS 5156-56 (vezi referat "Ciment", fig.45).

Modul de lucru.

Confecţionarea epruvetelor. Se prepară o pastă de consistenţă normală. Pasta se toarnă în tipare prin cădere liberă, surplusul fiind îndepărtat cu cuţitul.

Păstrarea epruvetelor pînă la încercare.

Epruvetele se păstrează în aer, pe gratare de lemn la temperatura camerii, pînă la încercare (1 sau 7 zile).

Efectuarea încercării

Se supun încercării cîte 3 epruvete-cel puţin - Incercarea se face conform STAS 5156-56 (vezi referat "Ciment").

Rezistenţa la tracţiune din încovoiere va fi dată de relaţia:

$$\sigma_{t_i} = 11,7 \cdot G \text{ kgf/cm}^2$$

în care:

G = greutatea vasului cu alice în momentul ruperii epruvetei, în kgf.

Rezultatul încercării este dat de media aritmetică a încercărilor celor 3 prisme.

Exemplu numeric.

In urma încercărilor efectuate asupra epruvetelor după 1 zi, respectiv 7 zile, s-au obţinut următoarele rezultate:

după 1 zi:

$\sigma_{ti_1} = 20 \text{ kgf/cm}^2$

$\sigma_{ti_2} = 18,7 \text{ kgf/cm}^2$

$\sigma_{ti_3} = 19,5 \text{ kgf/cm}^2$

$\sigma_{ti_m} = \frac{1}{3}(20+18,7+19,5) = 19,4 \text{ kgf/cm}^2$

după 7 zile:

$\sigma_{ti_1} = 28,3 \text{ kgf/cm}^2$

$\sigma_{ti_2} = 30,5 \text{ kgf/cm}^2$

$\sigma_{ti_3} = 29,7 \text{ kgf/cm}^2$

$\sigma_{ti_m} = \frac{1}{3}(28,3+30,5+29,7) = 29,5 \text{ kgf/cm}^2$

Rezultă că ipsosul studiat este ipsos de modelat de calitatea 1, conform STAS 545-59.

Rezultatele practice obţinute în urma încercărilor fizico-mecanice efectuate în laborator asupra ipsosului se trec într-un tabel de forma tabelului nr. 13.

Tabelul nr.13

Incercări fizico-mecanice la ipsos conform STAS 545-59.

Nr. det.	Culoarea	Incercări fizice						Incercări mecanice					
		Finețea de măcinare %		Apa de amestecare $\frac{V}{300} \cdot 100$ ml/100 g	Priza minute			Rezistența la compresiune kgf/cm^2		Rezistența la tracțiune kgf/cm^2		Rezistența la tracțiune din încovoiere kgf/cm^2	
		Rest pe sita nr 075	Rest pe sita nr.020		Inceput	Sfîrșit	Durată	după 1 zi	după 7 zile	după 1 zi	după 7 zile	după 1 zi	după 7 zile
Media													

BIBLIOGRAFIE

1. S.C.BLUNT, A.CLEVELAND - Laboratory Work for Students of Construction.

2. ÉMILE OLIVIER - Technologie des matériaux de construction-tome II.

3. M.DURIEZ, J.ARRAMBIDE - Nouveau traité de matériaux des construction - vol. 1.

4. KARL WINNACKER ET LÉOPOLD KÜCHLER - Technologie minérale(p.111)

5. AL.STEOPOE - Indrumător pentru laboratorul de betoane al şantierului.

6. STAS 545-59 - Ipsos de construcţii şi ipsos de modelat.Condiţii generale.

Capitolul III

V A R U L

A. GENERALITAŢI.

Varul gras face parte din categoria lianţilor nehidraulici artificiali.

Materia primă folosită la fabricarea varului gras este calcarul numit şi piatră de var cu un conţinut de cel puţin 95 % carbonat de calciu ($CaCO_3$), restul fiind format mai ales din argilă şi nisip.

Procesul tehnologic pentru obţinerea varului gras constă în calcinarea pietrei de var la 1000°-1200°C.

In timpul calcinării se produce o reacţie endotermă de disociere a carbonatului de calciu, în urma căreia se formează oxidul de calciu (varul nestins).

$$CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2\uparrow$$

Prin această reacţie de disociere termică, materia primă pierde 44 % din greutatea sa sub formă de bioxid de carbon care se degajă. Deoarece volumul său nu se reduce decît cu 10%, înseamnă că produsul rezultat este foarte poros. Acest produs se numeşte var gras în bulgări..

Arderea calcarului pentru obţinerea varului se face în cuptoare de cîmp cu funcţionare periodică, cuptoare verticale cu funcţionare continuă sau cuptoare circulare.

Clasificarea varurilor.

In funcţie de impurităţile pe care le conţine materia primă, putem avea diferite varietăţi de var:

Varul gras conţine mai mult de 9o % CaO în varul nestins. Prin stingere se obţine o pastă de var cu un aspect gras, plastică, şi randamentul în pastă de var este ridicat.

Varul slab conţine mai puţin de 9o % CaO în varul nestins. Pasta de var are un aspect gris, plasticitatea redusă şi randamentul în pastă de var de asemenea redus.

Varul magnezian conţine 5-2o % MgO şi este de calitate inferioară varului gras.

Varul dolomitic conţine 2o-45 % MgO.

Varul carbonat se obţine prin arderea incompletă a calcarului.

Este un amestec de CaO şi $CaCO_3$. Produsul obţinut se supune măcinării uscate sau umede în mori cu bile.

Acest tip de var folosit la mortare le îmbunătăţeşte calităţile.

Varul se aduce pe şantier sub mai multe forme şi anume:

Var nestins sub formă de bulgări - este forma sub care se obţine varul prin arderea calcarului în cuptoare.

Var nestins măcinat - se obţine prin măcinarea bulgărilor de var gras în mori cu bile, astfel încît pe sita cu 49oo ochiuri/cm^2 să nu rămînă un reziduu mai mare ca 5 %.

Var stins în stare de praf sau var hidratat - se obţine din bulgării de var gras ce sînt trataţi cu o cantitate limitată de apă (6o-7o %).

Granulele rămase nehidratate sînt îndepărtate pe cale mecanică; deci varul stins în stare de praf nu conţine impurităţi şi este complet stins. Are avantajul că pe şantiere se manevrează mai uşor ca varul sub formă de pastă şi dozarea lui la mortare se face mai precis.

Var stins sub formă de pastă - se obţine prin stingerea varului gras sub formă de bulgări cu un exces de 2oo % apă.

Stingerea se poate face pe cale manuală în varniţe sau pe cale mecanică în concasoare cu ciocane sau în colerganguri.

Din punct de vedere al vitezei de stingere, varurile se clasifică în:

Var cu stingere rapidă - cînd stingerea are loc pînă la 1o minute.

Var cu stingere mijlocie - cînd stingerea are loc între 1o-3o minute.

Var cu stingere lentă - cînd stingerea are loc într-un timp mai mare de 3o minute.

Din punct de vedere al cantităţii de căldură se se degajă la stingere, varurile se clasifică în:

Var cu termicitate redusă - temperatura la stingere nu depăşeşte 7o°C.

Var cu termicitate mare - temperatura de stingere depăşeşte 7o°C.

Domeniile de utilizare ale varului gras.

Varul gras sub formă de pastă se întrebuinţează la prepararea mortarelor obişnuite de zidărie şi tencuială pentru părţile construcţiilor de cărămidă sau de alte pietre poroase de construcţie care nu vin în contact cu umiditatea.

In cantităţi mai reduse se foloseşte la fabricarea materialelor silico-calcare, ca adaos pentru plastifierea mortarelor şi betoanelor de ciment şi la obţinerea lianţilor hidraulici amestecaţi din var şi adausuri hidraulice.

Varul gras mai are unele utilizări în industria chimică, la fabricarea carbonatului de sodiu şi la extragerea zahărului din sfeclă.

Varul nestins măcinat se foloseşte pentru executarea mortarelor de zidărie pe timp friguros. Căldura degajată prin hidratarea oxidului de calciu asigură uscarea şi întărirea mortarului şi pe timp friguros.

Varul stins în praf prin amestecare cu ciment şi cu diverşi pigmenţi minerali se foloseşte la executarea tencuielilor decorative.

Varurile grase.

Condiţii tehnice.

Varurile grase se clasifică în clasele de calitate arătate în tabelul nr. 14 şi trebuie să satisfacă condiţiile date în acest tabel.

Tabelul nr. 14

Caracteristici	Var gras în bulgări			Var gras în pastă		
	Calitatea			Calitatea		
	I	II	III	I	II	III
Randament în pastă, l/kg min	2,2	1,8	1,6	-	-	-
Consistenţa pastei, cm max.	-	-	-	1o	12	12
Conţinut în părţi nestinse, % max.	7	1o	12	1	3	5
CaO+MgO activi, % min.	9o	8o	7o	9o	8o	7o
MgO, % max.	5	5	5	5	5	5

Condiţii de recepţie (conform STAS 146-61).

Loturile pentru recepţie şi încercări la var sînt de 1oo tone. Cantităţile mai mici de 1oo tone dar mai mari de 1o tone se consideră loturi întregi.

Analizele chimice şi încercările fizice şi mecanice se efectuează pe proba medie care se obţine astfel:

- pentru varul în bulgări, se va lua din fiecare lot o probă de o,o7 % dar minimum 4o kg. Proba se va lua cel puţin din 2o locuri diferite, în părţi egale, astfel ca să reprezinte calitatea mijlocie a varului. In probă, bulgării vor fi aduşi la dimensiunile 4o... 1oo mm;

-pentru varul măcinat, livrat în saci, proba se ia din 2o saci diferiţi, cîte 2 kg din fiecare sac;

- pentru varul în pastă, se ia o probă de 2o kg din groapa de var stins. Proba se ia din diferite puncte şi de la diferite adîncimi, dar mai sus ca 2o cm de la fundul gropii.

Proba de var bulgări şi de var măcinat se împarte prin metoda sferturilor, în două părţi aproximativ egale, din care se reţin cîte 2o kg.

Proba de var pastă se amestecă cu lopăţica şi se împarte de asemenea în două părţi aproximativ egale.

Pentru determinări, se opresc cîte 2o kg var bulgări sau măcinat şi lo kg var pastă iar restul de 2o kg var bulgări sau măcinat şi lo kg var pastă, se introduc în vase ermetic închise şi se păstrează timp de 3o zile drept contraprobă.

B. METODE DE ÎNCERCARE.

Incercări fizice (conform STAS 391o-62)

- finețea de măcinare;
- cantitatea de apă necesară pentru stingere;
- începutul stingerii;
- randamentul în pastă;
- densitatea pastei de var;
- consistența pastei de var;
- reziduul la stingere şi conținutul în părți nestinse;
- viteza de stingere.

Pregătirea probei. Pregătirea probelor pentru încercări fizice şi analize chimice se face conform STAS 146-61.

Var în bulgări.

Proba medie de var în bulgări de cca 2o kg, se sfărîmă cu ciocanul astfel ca să treacă prin ciurul numărul 4oR şi să rămînă pe ciurul numărul 15R STAS 1o78-5o.

Sfărîmarea probei se poate face şi mecanic, astfel ca produsul sfărîmat să treacă integral prin sita cu ochiuri de 1 mm latura.

Proba se amestecă şi prin metoda sferturilor, se reduce la o cantitate de 5oo g, care se păstrează pentru analizele chimice, cînd se fac. Restul probei se întrebuințează pentru efectuarea încercărilor fizice.

Var măcinat.

Proba medie de var măcinat se reduce prin metoda sferturilor, la o cantitate de 5oo g, care se introduce într-un borcan cu dop şlefuit, păstrîndu-se pentru analize chimice, cînd se fac, restul fiind folosit pentru efectuarea încercărilor fizice.

Var în pastă

Proba medie de var în pastă se amestecă bine cu o lopăţică de lemn şi serveşte pentru efectuarea încercărilor fizice.

Încercări fizice.

Determinarea fineţei de macinare.

Finaţea de măcinare se determină la varul măcinat.

Aparatură.

Sitele normale nr. o6o (loo ochiuri/cm^2) şi nr. oo9 (49oo ochiuri/cm^2) din ţesătură de sîrmă, cu următoarele caracteristici conform STAS lo77-5o(tabelul nr.15):

Tabelul nr. 15

Ochiuri/cm^2	Latura ochiului, mm	Grosimea sîrmei, mm
loo	o,6	o,4
49oo	o,o9	o,o55

Modul de lucru

Din proba de var măcinat, pregătită pentru încercări, se cîntăreşte o cantitate de 5o g la balanţa tehnică şi se cerne prin sitele cu ţesături de sîrmă nr. o6o şi nr.oo9 STAS lo77-5o.

Cernerea se consideră terminată dacă la cernerea suplimentară timp de 1 minut prin sitele respective, trece maximum o,1 g var. Restul de pe site, în grame, înmulţit cu 2, reprezintă restul procentual pe sitele specificate.

Exemplu numeric.

Greutatea materialului luat în lucru = 5o g
Reziduu pe sita nr. o6o = o,9 g adică o,9 x 2 = 1,8 %
Reziduu pe sita nr. oo9 = 6,5 g, adică 6,5 x 2 = 13 %

Determinarea cantităţii de apă necesară pentru stingere.

Stingerea varului este operaţia prin care varul gras nestins în bulgări sau măcinat, se transformă în var stins în pastă.

Stingerea varului se face cu un exces de 2oo % apă. Reacţia care are loc la stingere este următoarea:

$$CaO + H_2O = Ca(OH)_2 + Q$$

Este o reacţie exotermă. Cantitatea de căldură care se degajă în timpul reacţiei este 15,5 kcal/moleculă.gram

Pasta de var gras este un gel care este constituit din micele alungite de $Ca(OH)_2$ puternic hidratate, care formează o structură tridimensională; în ochiurile acestei structuri se găseşte dispersată o soluţie saturată de $Ca(OH)_2$ (fig. lo).

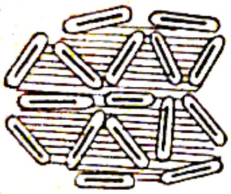


Fig.lo

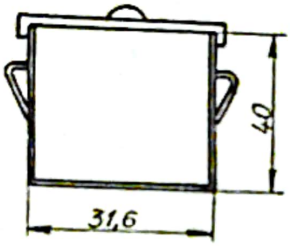


Fig.11

Fig.12

Aparatură.

- Cutie pentru stingere-confecţionată din lemn şi căptuşită în interior cu tablă zincată. Fundul ei este un pătrat cu suprafaţa de cca looo cm^2 (latura interioară de 31,6 cm). Înălţimea cutiei este de 4o cm. Cutia este prevăzută cu un capac şi cu două mînere laterale de tablă (fig.11).
- Lopăţică de lemn (fig. 12).
- Cilindru gradat de 1 litru.

Modul de lucru.

Din proba de var pregătită pentru încercări se cîntăresc la balanţa tehnică 5 kg var, care se introduc în cutia de stingere, cîntărită în prealabil.

Varul se răspîndeşte în mod uniform pe fundul cutiei şi se adaugă cantităţi măsurate de apă, pînă cînd se acoperă varul,

însă fără a adăuga apă în exces. După începutul fierberii, conţinutul se amestecă cu lopăţică de lemn cu coadă lungă, în timp ce se continuă adaosul de apă măsurată pînă se obţine o pastă omogenă. Se notează cantitatea totală de apă folosită (A). Se nivelează pasta cu lopăţica, se acoperă cu capacul de tablă şi se lasă în repaus 24 ore.

După acest timp, se scurge într-un cilindru gradat apa care eventual s-a separat la suprafaţă (a) şi se scade din apa folosită la prepararea pastei, cu o zi înainte. Se notează cantitatea de apă reţinută de pastă, care înmulţită cu 2 reprezintă apa necesară pentru stingerea a lo kg var.

$$P = (A - a) \cdot 2 \text{ litri}$$

în care:

A - cantitatea totală de apă folosită pentru stingere, în litri.

a - cantitatea de apă care s-a separat după 24 ore, în litri.

Exemplu numeric.

A = 5 litri

a = o,9 litri

P = (A - a).2 = (5 - o,9).2 = 8,2 litri

Rezultă că pentru a stinge lo kg var sînt necesari 8,2 litri apă.

Determinarea începutului stingerii.

Începutul stingerii se determină o dată cu încercarea pentru stabilirea randamentului în pastă, exprimînd în minute timpul scurs din momentul cînd se toarnă apa peste var şi pînă cînd apa începe să fiarbă.

Exemplu numeric.

- Ora cînd s-a turnat apa peste var: 9,3o'
- Ora cînd apa a început să fiarbă: 9,35'
- Începutul stingerii (9,35'-9,3o') adică după 5 minute

Determinarea randamentului în pastă.

Prin randamentul în pastă se înţelege volumul în metri cubi pastă de var gras, obţinut prin stingerea în pastă a unei tone de var gras în bulgări. Se exprimă în l/kg sau m^3/ /tonă.

Aparatură.

Aceeaşi aparatură ca la determinarea cantităţii de apă necesară pentru stingere.

- Riglă gradată.

Modul de lucru

Pentrù mai multă siguranţă se face mai întîi o determinare de orientare în care se determină cantitatea de apă necesară pentru stingere.

Din proba de var pregătită pentru încercări se cîntăresc la balanţa tehnică 5 kg var şi se introduc în cutia de stingere.

Varul se răspîndeşte uniform pe fundul cutiei respective. Se adaugă dintr-o dată cantitatea de apă necesară pentru stingere, determinată ca la punctul 2 şi se amestecă cu lopăţica. După liniştirea fierberii se mai adaugă, dacă mai este nevoie, cîte puţină apă măsurată, pînă ce se obţine o pastă omogenă. Se acoperă cutia cu capacul şi se lasă în repaus timp de 24 ore. După acest timp se îndepărtează capacul, se scurge şi se măsoară eventualul exces de apă, apoi se lasă cutia descoperită încă 24 ore.

Prin diferenţa dintre greutatea cutiei cu pastă de var şi greutatea cutiei goale se află greutatea pastei de var obţinute.

Pentru a afla volumul pastei se poate proceda în două moduri:

In primul mod se determină grosimea medie a stratului de pastă de var din cutia de stingere cu ajutorul unei rigle gradate introduse vertical în pastă. Măsurătoarea se face succesiv în patru-cinci puncte diferite şi se ia valoarea medie a grosimii (N), exprimată în centimetri.

Scanned with OKEN Scanner

Fiecare centimetru grosime reprezintă 1 litru de pastă. Randamentul în pastă se obţine cu ajutorul formulei:

$$\text{Randamentul în pastă} = \frac{N}{5} \text{ l/kg}$$

în care:

N - grosimea medie a stratului de pastă de var, în cm.

5 - cantitatea de var gras în bulgări, în kg.

In al doilea mod - se determină greutatea specifică a pastei de var (γ) ca la punctul 5.

Randamentul în pastă se obţine cu ajutorul formulei:

$$\text{Randament în pastă} = \frac{G}{5 \cdot \gamma} \text{ l/kg}$$

în care:

G - greutatea pastei obţinută din 5 kg var gras în bulgări, în kg.

γ - greutatea specifică a pastei de var gras, în kg/l.

Determinarea randamentului în pastă se face la temperatura de 20°C ± 2°C.

Ca rezultat se ia media a două determinări executate în paralel.

Exemplu numeric.

a) N_1 = 11,5 cm

N_2 = 11,5 cm

N_3 = 11,6 cm

N_4 = 11,4 cm

$N_m = \frac{1}{4}(11,5+11,5+11,6+11,4) = 11,5$ cm

Rand.în pastă = $\frac{N}{5} = \frac{11,5}{5} = 2,3$ l/kg

b) G = 14,5 kg

γ = 1,260 kg/l

Rand.în pastă = $\frac{14,5}{5 \cdot 1,260} =$

= 2,3 l/kg

Determinarea densităţii pastei de var.

Aparatură.

- Vas de măsurat de 1 litru capacitate

- Balanţă tehnică
- Riglă.

Modul de lucru.

Din pasta rezultată la stingere sau din proba de var pastă pregătită pentru încercări, omogenizate prin amestecare timp de 1-2 minute, se introduc, în vasul cîntărit gol în prealabil (m_1), trei porţiuni succesive de pastă de var, bătînd uşor vasul de masă după adăugarea fiecărei porţiuni.

Cînd vasul s-a umplut, se netezeşte suprafaţa pastei îndepărtînd excesul de pastă cu ajutorul unei rigle şi vasul plin se cîntăreşte din nou(m_2). Diferenţa de masă dintre vasul plin cu pastă şi vasul gol, reprezintă masa unui litru de pastă. Cîntăririle se fac cu precizie de 0,01 kg.

Densitatea pastei de var se calculează cu formula:

$$\rho = m_2 - m, \quad kg/l$$

în care:

m_1 - masa vasului de 1 litru gol

m_2 - masa vasului de 1 litru umplut cu pastă de var.

Ca rezultat se ia media a cel puţin două determinări.

Pentru determinarea densităţii la consistenţa normală de 12 cm se procedează în acelaşi mod, cu deosebire că în cazul cînd pasta nu are această consistenţă, se adaugă sau se sopară treptat cantităţi mici de apă, amestecînd şi încercînd consistenţa cu conul etalon pînă se obţine consistenţa de 12 cm.

Exemplu numeric.

m_1 = 0,215 kg

m_2 = 1,475 kg

ρ = 1,475 - 0,215 = 1,260 kg/l

Determinarea consistenţei pastei de var

Aparatură.

- Cutia cu pastă de var
- Lopăţică de lemn

- Conul etalon conform STAS 2634-60 (fig.13), confecţionat din tablă inoxidabilă şi prevăzut cu o tijă care serveşte drept mîner. In vîrful conului se toarnă plumb pentru ca masa totală a aparatului să fie de 300 ± 2 g.

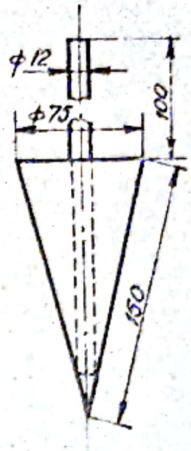


Fig.13.

Generatoarea conului este împărţită în 15 diviziuni de cîte 1 cm.

Modul de lucru.

Se supun încercării pasta de var provenită de la determinarea randamentului în pastă şi proba din var pastă pregătită pentru încercări, în cazul varului stins.

Incercarea consistenţei se efectuează direct în cutia de stingere şi respectiv în cutia în care se păstrează proba de var pastă pregătită pentru încercări, după omogenizarea prealabilă prin amestecare timp de 1.....2 minute cu o lopăţică de lemn.

Se ţine conul uşor de mîner astfel ca vîrful lui să atingă suprafaţa pastei şi se lasă să pătrundă liber în această poziţie verticală.

Cînd pătrunderea în pastă încetează, se citeşte pe generatoarea conului gradaţia care este la nivelul pastei, în cm. In tot timpul încercării mînerul aparatului trebuie să aibă o poziţie verticală.

Se fac trei determinări în locuri diferite, curăţind de fiecare dată conul etalon iar ca rezultat se ia media a două determinări a căror valoare este mai apropiată.

Exemplu numeric.

S-au făcut trei încercări pentru a determina consistenţa pastei de var şi s-au obţinut următoarele rezultate:

C_1 = 12 cm
C_2 = 12,2 cm
C_3 = 11,7 cm
$C_m = \frac{1}{2}(12 + 12,2) = 12,1$ cm.

Determinarea reziduului la stingere şi a conţinutului în părţi nestinse.

Aparatură

- balanţă tehnică
- cilindru gradat de 1 litru
- sita cu ţesătură de sîrmă nr. o6o STAS 1o77-5o
- placă de tablă
- bec de gaz
- placă de sticlă.

Modul de lucru

Pentru varul gras în bulgări sau măcinat se foloseşte pasta rezultată de la determinarea randamentului în pastă, iar pentru varul pastă se cîntăresc la balanţa tehnică 5 kg var pastă, adus în prealabil la consistenţa 12.

Probele de analizat se diluează cu apă amestecîndu-se bine, pînă cînd se obţine lapte de var. Acesta se trece prin sita cu ţesătură de sîrmă nr. o6o STAS 1o77-5o, iar reziduul se spală pe sită într-un curent de apă, pînă cînd apa curge limpede.

Reziduul se trece pe o placă de tablă, se usucă la flacăra unui bec de gaz pînă nu se mai abureşte o placă rece de sticlă ţinută deasupra un timp scurt, iar granulele se desprind de pe tablă. Se cîntăreşte reziduul total obţinut (m).

Reziduu la stingere = $\frac{m}{5}$. 1oo %

în care:

m - cantitatea de reziduu, în kg

5 - cantitatea de var luată pentru determinare, în kg

Ca rezultat se ia media a două determinări paralele.

Observaţii. Dacă se urmăreşte a se cunoaşte şi natura reziduului, se introduce în apă şi se lasă 24 ore.

Dacă după acest timp reziduul se stinge, rezultă că este alcătuit din var supraars (inert). Dacă nu se stinge, reziduul constă din calcar insuficient ars şi se poate identifica prin tratare cu acid clorhidric, care produce efervescenţă în prezenţa calcarului.

Scanned with OKEN Scanner

Exemplu numeric.

Pentru varul gras în bulgări:

m = o,34o kg

Reziduu la stingere: $\frac{o,340}{5} \cdot 100 = 6,8\ \%$ (calit. I)

Pentru varul gras în pastă:

m = o,o49 kg

Reziduu la stingere: $\frac{o,o49}{5} \cdot 100 = o,98\ \%$ (calit. I)

Determinarea vitezei de stingere.

Aparatură (fig. 14).

Se foloseşte pentru reacţie un vas Erlenmeyer (1)de 15o ml, care se introduce într-un vas (2), ce depăşeşte cu cca 5o-6o mm dimensiunile vasului Erlenmeyer; spaţiul (3) se umple cu un material termoizolant (fulgi de azbest, vată minerală etc.).

Vasul Erlenmeyer se poate închide cu un dop (4) de cauciuc prevăzut cu un termometru (5) gradat până la 15o°C şi având o tijă lungă de 1oo ..... 15o mm.

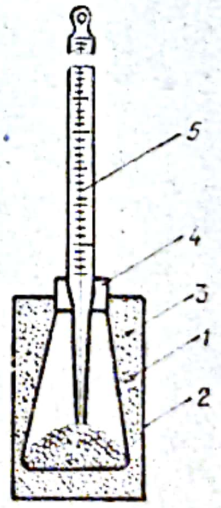


Fig. 14.

Modul de lucru

Se cîntăresc la balanţa analitică 1o g var pregătit pentru încercări şi se introduc cantitativ în vasul Erlenmeyer. Se adaugă 2o ml apă la temperatura de 2o°C şi se închide imediat vasul cu dopul respectiv, având grijă ca rezervorul cu mercur al termometrului să fie cufundat în amestec.

Se agită uşor vasul şi după 3o secunde din momentul turnării apei se fac citirile variaţiilor temperaturii din minut în minut, până când temperatura începe să scadă.

Drept viteză de stingere se consideră timpul în minute din momentul turnării apei în var până la începutul scăderii temperaturii.

Exemplu numeric.

Ora turnării apei peste var : 7,2o'

Ora cînd a început să scadă temperatura: 7,5o'

Viteza de stingere = 7,5o' - 7,2o' = 3o minute.

Rezultatele practice obţinute în urma încercărilor fizice efectuate în laborator asupra varului gras se trec într-un tabel de forma tabelului 16.

Tabelul nr.16

Incercări fizice la varul gras conform STAS 391o-62.

Nr. det.	Var măcinat		Var în bulgări şi măcinat					Var în pastă	
	Finețea de măcinare %		Apa necesară pentru stingere l/1okg	Începutul stingerii (min.)	Viteza de stingere (min.)	Reziduul la stingere %	Randamentul în pastă l/kg	Densitatea kg/l	Consistența cm
	Rest pe sita nr. o6o	Rest pe sita nr. oo9							
Media									

BIBLIOGRAFIE

1. S.C.BLUNT,A.CLEVELAND - Laboratory Work for Students of Construction.

2. ÉMILE OLIVIER - Technologie des matériaux de construction-tome 1.

3. M.DURIEZ, J.ARRAMBIDE - Nouveau traité de matériaux des construcţion - vol. 1.

4. KARL WINNACKER et LÉOPOLD KÜCHLER - Technologie minérale(p.111)

5. AL. STEOPOE - Indrumător pentru laboratorul de betoane al şantierului.

6. STAS 391o-62 - Var. Metode de încercări şi analize.

7. STAS 146-61 - Var pentru construcţii.

Scanned with OKEN Scanner

Capitolul IV

C I M E N T U L

A. GENERALITĂŢI.

Cimenturile fac parte din categoria materialelor de construcţie denumite lianţi hidraulici artificiali deoarece prin amestecare cu apă în cantitate corespunzătoare, formează o pastă care se întăreşte atît în aer cît şi în apă, avînd aptitudinea de a lega între ele materiale granulare.

Cimenturile se obţin prin măcinarea fină a clincherului singur sau prin măcinarea fină a clincherului amestecat cu adaosuri minerale active, cum ar fi zgura de furnal bazică granulată sau puzzolana.

In funcţie de această compoziţie cimenturile se clasifică în: cimenturi unitare şi cimenturi amestecate.

Clasificarea cimenturilor este dată în STAS 6232-60. Conform acestui STAS cimenturile se clasifică după cum urmează:

După natura materiilor componente:

- cimenturi unitare
  - ciment Portland (silicatic)
  - ciment aluminos.
- cimenturi amestecate
  - cimenturi cu zgură de furnal bazică granulată.
  - cimenturi cu puzzolană.

După proporţia constituienţilor:

- ciment Portland
  - normal
  - alitic
  - belitic
  - brownmilleritic
  - feritic.

ciment cu zgură de furnal bazică granulată:

- ciment cu clincher Portland şi zgură de furnal bazică granulată
- ciment cu zgură de furnal bazică granulată şi sulfat de calciu (ciment de zgură sulfatată)

ciment cu puzzolană:

- ciment Portland cu adaos de puzzolană
- ciment puzzolanic.

După rezistenţele mecanice şi viteza de întărire:

-ciment cu rezistenţă şi întărire normală.
-ciment cu rezistenţă înaltă şi întărire normală
-ciment cu întărire rapidă (cu rezistenţă iniţială mare).

După marcă:

- ciment Portland - P_{300}, P_{400}, P_{500}
- ciment RIM - RIM_{200}, RIM_{250}, RIM_{500}
- ciment maritim tip Portland - MP_{300}, MP_{400}
- ciment maritim tip Portland cu adaosuri - MPA_{300}, MPA_{400}
- ciment de baraje - BP_{400}, BI_{230}
- ciment Portland cu adaos de zgură granulată de furnal- PZ_{300}, PZ_{400}, PZ_{500}
- ciment metalurgic - M_{300}, M_{400}
- ciment de furnal F_{250}, F_{300}
- ciment cu tras - T_{25}, T_{40}
- ciment Portland cu adaos de puzzolană(tras sau cenuşă de termocentrală:
  - ciment Portland cu adaos de 15 % tras - PT_{300}, PT_{400}, PT_{500}
  - ciment Portland cu adaos de cenuşă de termocentrală PC_{300}, PC_{400}, PC_{500}.

- ciment alb - PA_{300}
- ciment aluminos - A_{400}, A_{500}, A_{600}
- cimenturi colorate - nu sînt standardizate.

Tipurile principale de ciment fabricate în tara noastră sînt:

Ciment Portland normal (silicios).

Are simbolul P. Se fabrică în 3 calităţi în funcţie de marcă: P_{300}, P_{400}, P_{500}.

Cimentul Portland mai poate conţine fără a-şi schimba denumirea un adaos de tras sau zgură granulată de furnal înalt, în limitele următoare:

- pentru ciment de marca P_{300} pînă la cel mult 10 %
- pentru ciment de marca P_{400} pînă la cel mult 5 %
- pentru ciment de marca P_{500} nici un adaos.

Ciment cu rezistenţe iniţiale mari(ciment silico-Portland).

Are simbolul R.I.M. Se fabrică în trei calităţi în funcţie de marcă: RIM_{200}, RIM_{250}, RIM_{500}.

(La cimentul RIM_2 marca reprezintă rezistenţa minimă la compresiune în kgf/cm^2 după o zi de întărire).

Cimentul RIM are un conţinut ridicat de C_3S.

Ciment maritim tip Portland (ciment fero-Portland)

Are simbolul MP. Se fabrică în două calităţi în funcţie de marcă: MP_{300}, MP_{400}.

Are un conţinut mic de aluminaţi de calciu.

Are timpul de priză normal şi intervalul de întărire mai scurt. Căldura de priză şi contracţia la uscare sînt reduse. Rezistă bine la acţiunea apei de mare.

Ciment maritim tip Portland cu adaosuri.

Are simbolul MPA. Se fabrică în două calităţi în funcţie de marcă: MPA_{300} şi MPA_{400}.

Este ciment maritim tip Portland cu 15 % adaosuri hidraulice - tras sau zgură granulată de furnal. Este destinat numai preparării betoanelor care vin în mod permanent în contact cu apele sulfatice.

Ciment de baraje.

După zona de folosire, cimenturile de baraj sînt:

- pentru betoane de parament - BP_{400}
- pentru betoane de interior - BI_{230}

Cimentul de baraje conţine cantităţi mici de componenţi mineralogici ce degajă căldură: C_3A, C_3S şi este bogat în componenţii C_2S şi C_4AF care hidrolizează lent şi care la hidratare degajă o cantitate mică de căldură.

Ciment Portland cu adaos de zgură granulată de furnal.

Are simbolul PZ. Se fabrică în trei calităţi în funcţie de marcă: PZ_{300}, PZ_{400}, PZ_{500}. Este un ciment Portland cu un adaos de 15 % zgură granulată bazică de furnal.

Ciment metalurgic.

Are simbolul M. Se fabrică în două calităţi în funcţie de marcă: M_{300}, M_{400}.

Este un ciment Portland cu un adaos de 20% şi 30 % zgură de furnal bazică granulată.

Este indicat la confecţionarea elementelor prefabricate care se aburesc.

Ciment de furnal.

Are simbolul F. Se fabrică în două calităţi, după proporţia de zgură conţinută şi după marcă: F_{250} şi F_{300}.

Este un ciment Portland cu un adaos de 30-70 % zgură bazică de furnal.

Este mai rezistent la acţiunea apelor agresive ca cimentul metalurgic. Nu se foloseşte pe timp friguros.

Ciment cu tras.

Are simbolul T. Se fabrică în două sorturi: T_{25} şi T_{40} cu marca 400 kgf/cm^2 şi marca 300 kgf/cm^2.

LEMC

Este un ciment Portland cu un adaos de 2o-25 % tras.

Se întrebuinţează la executarea betoanelor folosite în mediu umed(pămînt sau apă) întrucît în mediul uscat fisurează şi se degradează.

Ciment cu cenuşă.

Are simbolul C. Se fabrică în două calităţi în funcţie de conţinutul în cenuşă şi de marcă: C_{400} cu 2o-3o % cenuşă şi C_{300} cu 3o-5o % cenuşă.

Este un ciment Portland cu adaos de cenuşă de termocentrală în proporţie de 2o-5o %.

Se foloseşte la betoane masive, la betoane simple şi armate, în mediu agresiv. Nu este folosit pe timp friguros.

Ciment Portland cu adaos de puzzolană (tras sau cenuşă de termocentrală).

Este un ciment Portland cu un adaos de maxim 15 % puzzolană (tras sau cenuşă de termocentrală). Se fabrică în două sorturi:

- ciment Portland cu adaos de tras - PT
- ciment Portland cu adaos de cenuşă de termocentrală PC.

Fiecare sort se fabrică în cîte 3 calităţi în funcţie de marcă: PT_{300}, PT_{400}, PT_{500}; PC_{300}, PC_{400}, PC_{500}.

Ciment alb.

Clincherul de ciment alb se compune numai din C_3S, C_2S şi C_3A. Componentul mineralogic C_4AF lipseşte aproape complet.

Se fabrică într-o singură calitate în funcţie de marcă: PA_{300}.

Ciment colorat

Se obţine din clincher de ciment alb cu adaose de pigmenţi minerali sau organici în proporţie de o,5-3 % raportat la clincher.

Pigmenţii întrebuinţaţi trebuie să îndeplinească anumite proprietăţi.

Cimentul colorat se foloseşte pentru lucrările de decoraţii arhitectonice.

Cimentul aluminos.

Se obţine prin măcinarea fină a clincherului aluminos fără introducerea vreunui material străin ca adaos sau ca regulator de priză. Are simbolul A. Se fabrică în trei calităţi în funcţie de marcă: A_{400}, A_{500}, A_{600}.

(Marca cimentului aluminos este rezistenţa minimă la compresiune în kgf/cm^2, determinată pe mortare normale, după 3 zile de la confecţionare).

Domeniile de utilizare a cimenturilor.

In momentul de faţă cimentul este materialul de construcţie cel mai folosit.

In afară de construcţiile obişnuite de locuinţe şi fabrici, cimentul a ajuns liantul indispensabil pentru lucrările hidrotehnice, pentru îmbrăcăminţile rutiere de mare trafic, pentru fabricarea blocurilor de zidărie înlocuitoare de cărămizi şi pentru tot felul de prefabricate de tip beton.

In cantităţi mai mici, cimentul se foloseşte în exploatările petroliere la cimentarea sondelor, iar sub formă de suspensii apoase la injectarea terenurilor stîncoase pentru colmatarea fisurilor.

Tot din betonul de ciment se fac şi elemente decorative pentru construcţii înlocuind pe acelea de piatră naturală care sînt mai greu de executat.

Cimentul Portland.

Cimentul Portland este un liant hidraulic artificial, obţinut prin măcinarea fină a clincherului de ciment Portland cu un adaos de ghips necesar pentru reglarea timpului de priză.

Clincherul de ciment Portland se obţine prin calcinarea pînă la un început de topire (1450^{0}C) a unui amestec fin măcinat şi omogen de calcar în proporţie de 75-77 % şi argilă în proporţie de 25-23 % sau a marnelor care sînt amestecuri naturale de calcar şi argilă. Uneori se mai adaugă la materia primă de bază şi alte adaose pentru corecţia dozajului (cenuşă de la arderea piritelor pentru completarea oxizilor de fier, bauxită pentru completarea oxizilor de aluminiu sau kiselgur pentru completarea bioxidului de siliciu).

Scanned with OKEN Scanner

Clincherul de ciment Portland se obţine prin două procedee:

- procedeul pe cale uscată
- procedeul pe cale umedă

La noi în ţară se foloseşte procedeul pe cale umedă.

Produsul de clincherizare la cimentul Portland este format din componenţi mineralogici cristalini şi dintr-o masă vitroasă izotropă care ocupă interspaţiile dintre cristale.

Componenţii mineralogici principali din clincher, care se formează în timpul calcinării amestecului de materii prime sînt următorii:

Alitul format din silicat tricalcic - $3CaO.SiO_2$, notat simplificat C_3S, în proporţie de 37-60 %.

Belitul - format din silicat dicalcic - $2CaO.SiO_2$, notat simplificat C_2S, în proporţie de 15-37 %.

Calitul I (brownmillerit) - format din feroaluminat tetracalcic - $4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$ notat simplificat C_4AF, în proporţie de 10-18 %.

Celitul II - format din aluminat tricalcic - $3CaO.Al_2O_3$, notat simplificat C_3A, în proporţie de 7-15 %.

In afară de aceşti componenţi mineralogici principali, în clincher se mai găsesc cantităţi mici de CaO necombinat, MgO şi uneori MnO.

La fabricarea cimentului Portland, printr-un anumit dozaj al materiilor prime şi printr-o conducere raţională a procesului tehnologic se pot obţine cimenturi cu o anumită compoziţie mineralogică, deci cu anumite proprietăţi tehnice:

Apa cimenturi care necesită o cantitate mică de apă necesară pentru hidratare şi hidroliză - sînt cimenturile care conţin în cantitate mare C_3S şi în cantitate cît mai mică C_3A.

Viteza cimenturi cu viteză de hidratare mare - sînt cimenturile care conţin în cantitate mai mare C_3A şi C_4AF şi în cantitate mai mică C_2S.

Caldura cimenturi cu căldură de hidratare mică - sînt cimenturile care conţin în cantitate mai mare C_2S şi în cantitate mai mică C_3A şi C_3S.

cimenturi cu rezistenţe iniţiale mari - sînt cimenturile care conţin în cantitate mai mare C_3S şi în cantitate mai mică C_3A şi C_2S.

cimenturi rezistenţe la acţiunea sulfaţilor - sînt cimenturile care au un conţinut cît mai mic de C_3A.

ciment alb - este cimentul în care componentul C_4AF lipseşte aproape complet.

Condiţii tehnice.

Cimenturile Portland fabricate în ţara noastra trebuie să satisfacă condiţiile din STAS 388-49, date în tabelul nr.17.

Tabelul nr. 17.

Marca cimentului			P_{300}	P_{400}	P_{500}
Conţinut în MgO, % max.			5	2,5	2,5
Conţinut în SO_3, % max.			3	2,5	2,5
Pierdere la calcinare, % max.			5	3,0	3,0
Substanţe insolubile în HCl, % max.			5	1,0	1,0
Priza	început sfîrşit		să nu înceapă înainte de să se sfîrşească înainte de 10 ore		1 oră
Constanta volumului	pe turte cu inelul cu ace Le Chatelier		bună bună expansiunea după fierbere, maximum 10 min.	bună bună	bună bună
Rezistenţe mecanice, kgf/cm² min. după:	3 zile	tracţiune	15	20	25
		compresiune	200	260	260
	7 zile	tracţiune	20	25	30
		compresiune	280	280	380
	28 zile	tracţiune	25	28	34
		compresiune	300	400	500

Condiţii de recepţie -(Conform STAS 388-49).

Loturile pentru recepţie şi încercări la cimentul Portland sînt de minimum 30 tone si de maximum 200 tone.

Analizele şi încercările fizice şi mecanice se efectuează pe proba medie care se obţine astfel:

- dacă cimentul este depozitat în saci, se iau 20 saci la întîmplare şi din fiecare sac se scoate cîte 1 kg de ciment; se amestecă bine cele 20 kg de ciment şi se împart în două părţi egale de cîte 10 kg, constituind proba şi contraproba care se ambalează separat în cutii de tablă închise ermetic;

- dacă cimentul este depozitat în vrac, se ia cîte 1 kg din 20 puncte diferite şi de la adîncimi diferite ale depositului, apoi se procedează ca şi în canul cimentului ambalat în saci.

Asupra probei se execută analizele şi încercările iar contraproba se păstrează 6 luni pentru încercare în caz de contestaţie.

METODE DE INCERCARE (Conform STAS 227-49).

B. ÎNCERCĂRI FIZICE.

- Fineţea de măcinare.
- Cantitatea de apă de amestecare pentru pasta de consistenţă normală.
- Priza.
- Constanta de volum.

C. ÎNCERCĂRI MECANICE.

Incercarea la compresiune.
Incercarea la tracţiune.

Pregătirea probei

Proba de ciment de 10 kg greutate, ce va fi supusă la încercări, luată conform STAS 388-49 se cerne în întregime pe sita cu ţesătură de sîrmă nr. 1,2 (25 ochiuri/cm^2).

Sita este pătrată, cu ramă de lemn, cu latura de 22 cm şi înălţimea de 9 cm sau rotundă, cu ramă de metal, cu diametrul de 20 cm şi înălţimea de 5 cm (vezi referat "Ipsos", fig. 8).

Cernarea se face pentru a îndepărta impurităţile (paie, aşchii, bucăţi de hîrtie etc.). Dacă pe sită rămîn cocoloaşe moi, acestea se sfărîmă între degete, se trec prin sită şi se adaugă la partea cernută.

In acest caz cimentul prezintă numai un început de alterare, care nu influenţează asupra proprietăţilor sale tehnice, aşa că poate fi folosit corespunzător cu calitatea sau marca cu care a fost expediat de fabrică.

Dacă cocoloaşele sînt pietrificate, înseamnă că procesul de alterare este avansat şi cimentul se va întrebuinţa la piese de construcţie de importanţă mai mică (beton de umplutură, fundaţii masive, blocuri de zidărie).

Cocoloaşele care nu se pot sfărîma între degete, se trec prin sită se separă şi se cîntăresc.

Conţinutul procentual al probei în ciment întărit se exprimă astfel:

$$P = \frac{g}{G} \cdot 100 = \frac{g}{10.000} \cdot 100\ \%$$

în care:

g - cantitatea de cocoloaşe de ciment întărit din proba medie care se analizează, în grame.

G = 10.000 = greutatea probei medii de ciment care se analizează, în grame.

Exemplu numeric.

g = 50 g
G = 10.000 g

$$P = \frac{50}{10.000} \cdot 100 = 0{,}5\ \%$$

Materialele ce urmează a fi folosite pentru confecţionarea epruvetelor (ciment, nisip, apă) vor fi păstrate în prealabil cel puţin 12 ore la temperatura camerii de lucru ($20^{\circ} \pm 5^{\circ}$ C).

Apa ce se foloseşte va fi potabilă.

Incercări fizice.

Finețea de măcinare.

Finețea de măcinare a cimentului se apreciază după restul rămas la cernerea pe sitele cu țesătură de sîrmă nr. o2o și nr. oo9 STAS 1o77-5o.

Aparatură.

Sita normală cu țesătură de sîrmă nr.o2o(9oo ochiuri/cm^2)
Sita normală cu țesătură de sîrmă nr.oo9(4.9oo ochiuri/cm^2) cu următoarele caracteristici (tabelul nr.18):

Tabelul nr.18

Ochiuri/cm^2	Latura ochiului mm.	Grosimea sîrmei mm
9oo	o2o	o,13
4.9oo	oo9	o,o55

Sitele pot fi montate în rame de lemn de formă pătrată sau în rame rotunde metalice (vezi referat "Ipsos", fig.8).

Modul de lucru.

După uscarea cimentului în etuvă la 1o5°C pentru eliminarea umidității se cîntăresc din el 1oo g la o balanță tehnică și se cern mai întîi pe sita nr. o2o și apoi pe sita nr.oo9.

Cernerea se poate face separat sau concomitent pe ambele site.

Cernerea pe sita nr. oo9 se face numai la cerere.

Cernerea pe fiecare sită durează 2o minute.Se ține sita cu mîna dreaptă, iar cu stînga se lovește rama cu cea 12o bătăi pe minut. După fiecare 1/2 minut de cernere sita se rotește cu 9o°C și după fiecare 5 minute de cernere, sita se perie pe fața exterioară cu o perie moale pentru a desfunda ochiurile care eventual s-au înfundat.

Ceea ce rămîne pe sită după 2o minute de cernere, se adună și se cîntărește la balanța tehnică.

Se trece din nou pe sită şi se continuă cernerea încă 2 minute.

Reziduul se cîntăreşte din nou şi dacă greutatea sa a scăzut cu mai puţin de 0,1 g cernerea se consideră terminată; în caz contrar, cernerea se continuă pînă ce în interval de 2 minute, greutatea reziduului nu scade cu mai mult de 0,1 g. Ca greutate a reziduului se ia cea obţinută la ultima cîntărire.

Reziduul rămas pe sită se exprimă în procente.

Incercarea se repetă cu o nouă cantitate de 100 g. Rezultatele nu trebuie să difere între ele cu mai mult de 1 % din cantitatea iniţială.

Dacă diferenţa este mai mare de 1 % se va face şi a treia cernere.

Rezultatul determinării va fi exprimat prin media rezultatelor obţinute.

Cimenturile vor fi atît de fin măcinate încît pe sita cu ţesătură de sîrmă nr. 009 să nu lase un reziduu mai mare de 15 %.

Exemplu numeric.

Greutatea materialului luat în lucru - 100 g

Reziduu pe sita nr. 009 = 9,8 g adică 9,8 %.

Se mai obişnuieşte ca fineţea de măcinare să se exprime prin suprafaţa specifică a cimentului, adică prin suprafaţa totală a granulelor de ciment conţinute într-un gram de material. Pentru această determinare se foloseşte un aparat numit fluometru (STAS 4223-53).

Principiul metodei se bazează pe relaţia stabilită între suprafaţa specifică a pulberii cercetate, aşezate într-un strat traversat de un curent de aer şi debitul respectiv de aer, măsurat cu ajutorul unui fluometru. Cu ajutorul acestei relaţii se poate calcula suprafaţa specifică a cimentului, care se exprimă în cm^2 pentru un gram de ciment.

Pentru cimenturile obişnuite, suprafaţa specifică variază între 2000 şi 3000 cm^2/g.

Scopul determinării.

Determinarea finețiî de măcinare a cimentului este foarte importantă. De finețea de măcinare a cimentului depinde suprafața specifică a cimentului iar aceasta la rîndul ei influențează asupra cantității de apă necesară pentru hidroliză și hidratare și asupra vitezei de hidroliză și hidratare.

Cu cît finețea cimentului este mai mare , cu atît suprafața lui specifică va fi mai mare și va fi necesară o cantitate mai mare de apă pentru hidratare și hidroliză iar viteza de hidratare și hidroliză va fi mai mare.

Cantitatea de apă de amestecare pentru pasta de consistență normală.

Apa de amestecare pentru pasta de consistență normală este cantitatea de apă necesară la 100 g ciment pentru a se obține o pastă de consistență normală, asupra căreia se determină timpul de priză și constanta volumului.

Pasta de consistență normală este plastică, are o bună coeziune și un aspect lucios. După întărire dă o masă de compactiate și rezistență maximă.

Cantitatea de apă de amestecare diferă, în funcție de natura cimentului și de finețea sa de măcinare și variază între 23 și 33 ml apă pentru 100 g ciment.

Pentru determinarea cantității de apă de amestecare se poate face mai întîi o determinare orientativă și apoi se trece la determinarea standardizată.

Determinarea orientativă.

Aparatură.

Capsulă metalică (fig.15).
Cilindru gradat de 100 ml (fig. 16)
Lingură lată de metal (fig. 17).

Modul de lucru.

Se cîntăresc 200 g de ciment la balanța tehnică, se introduc într-o capsulă de metal și dintr-un cilindru gradat de

Fig.15.

Fig.16.

Fig. 17.

loo ml, umplut cu apă pînă la semn se toarnă peste cimentul din capsulă cca 45 ml. Imediat se amestecă energic cu o lingură latâ timp de 3 minute şi se mai adaugă eventual, treptat, cantităţi mici de apă din cilindrul gradat, căutînd să se obţină o pastă.

Pasta obţinută se examinează. O lingură de pastă cocolcşită între palme, nu trebuie să se întindă pe palme ca un norroi (apă prea multă) ci să dea un cocoloş lucios. Acesta se lasă să cadă de la 5o cm înălţime pe suprafaţa unei mese şi trebuie să se deformeze fără a crăpa la margini (apă prea puţină). Dacă nu s-au obţinut aceste caracteristici, se repetă determinarea cu cantitatea de apă schimbată şi adăugată decdată, la începutul amestecării. Necesarul de apă se exprimă în mililitri apă pentru loc g ciment.

Determinarea standardizată.

Aparatură.

Aparatul Vicat propriu-zis (fig. 18) care se compune din următoarele părţi:

O placă de bază (1) pe care se află fixat un stativ vertical (2) în care culisează o tijă metalică de formă cilindrică (3).

Tija se poate fixa în suport la înălţimea dorită cu ajutorul şurubului (4). La partea superioară a tijei se află un disc (5) pe care se poate aşeza o greutate adiţională (6), iar

Fig.15.

Fig.16.

Fig. 17.

loo ml, umplut cu apă,pînă la semn se toarnă peste cimentul din capsulă cca 45 ml. Imediat se amestecă energic cu o lingură lată timp de 3 minute şi se mai adaugă eventual, treptat,cantităţi mici de apă din cilindrul gradat, căutînd să se obţină o pastă.

Pasta obţinută se examinează. O lingură de pastă cocoloşită între palme,nu trebuie să se întindă pe palme ca un norol (apă prea multă) ci să dea un cocoloş lucios. Acesta se lasă să cadă de la 5o cm înălţime pe suprafaţa unei mese şi trebuie să se deformeze fără a crăpa la margini (apă prea puţină). Dacă nu s-au obţinut aceste caracteristici, se repetă determinarea cu cantitatea de apă schimbată şi adăugată deodată, la începutul amestecării. Necesarul de apă se exprimă în mililitri apă pentru loo g ciment.

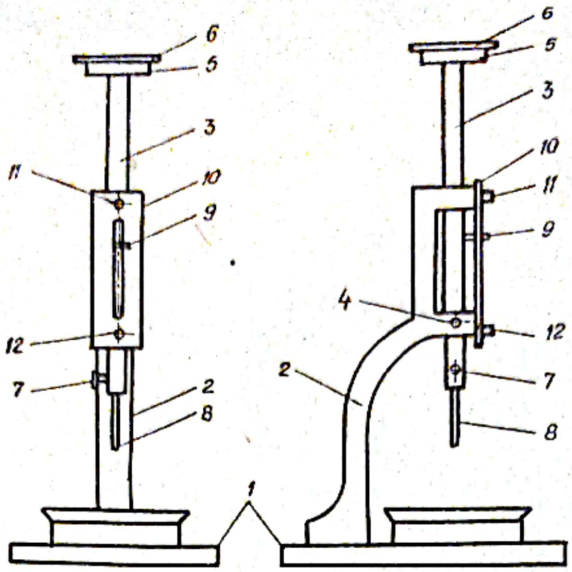
Determinarea standardizată.

Aparatură.

Aparatul Vicat propriu-zis (fig. 18) care se compune din următoarele părţi:

O placă de bază (1) pe care se află fixat un stativ vertical (2) în care culisează o tijă metalică de formă cilindrică (3).

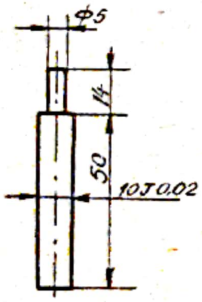
Tija se poate fixa în suport la înălţimea dorită cu ajutorul şurubului (4). La partea superioară a tijei se află un disc (5) pe care se poate aşeza o greutate adiţională (6),iar



Aparatul Vicat

Fig. 18.

la partea inferioară are un locaş cilindric, în care se poate fixa cu ajutorul şurubului (7) fie sonda Tetmeyer (fig.19), fie acul Vicat (fig. 2o).



Tetmeyer

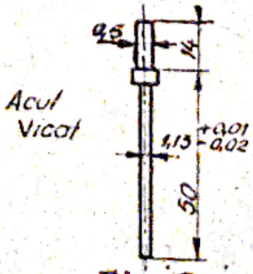
Fig.19.

Sonda Tetmeyer este de formă cilindrică, de 5o mm lungime şi lo mm^2 secţiune iar acul Vicat este tot de formă cilindrică cu lungimea de 5o mm şi secţiunea de 1 mm^2.

Suprafeţele sondei şi acului trebuie să fie polisate şi curate. Nu este permis să fie nichelate sau cromate. Acul nu trebuie să aibă îndoituri.

Pe tija cilindrică mai este fixat un indicator (9) care se mişcă în faţa unei scări gradate în mm (lo) care se poate deplasa vertical pe tijă şi se poate fixa cu şuruburile (11) şi (12).

Tija glisantă a aparatului (3) împreună cu sonda (8) trebuie să aibă o greutate de 3oo ± 2 g. La înlocuirea sondei cu acul Vicat diferenţa de greutate se completează prin adăugarea greutăţii adiţionale (6) pe discul(5).



Acul Vicat

Fig.2o.

Greutăţile pieselor componente ale aparatului Vicat sînt date în tabelul 19.

Tabelul nr.19

Denumirea piesei	Greutate-g	Toleranţe - g
Tija (3)	265	± 2
Sonda Tetmeyer (8)	35	± 1.
Acul Vicat (8)	7,5	± 0,5
Greutatea adiţională (6)	27,5	± 0,5
Greutatea totală	300	± 2

Inele de ebonit de dimensiunile din fig. 21:

Balanţă tehnică

Plăci de sticlă pe care se aşează inelele (fig. 22).

Capsulă metalică în formă de calotă sferică cu diametrul 400 mm, înălţimea 100 mm şi grosimea peretelui 2....3 mm.

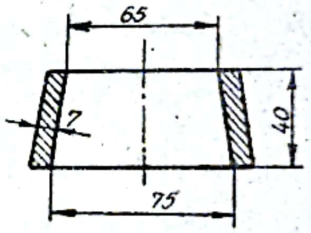


Fig. 21.

Lingură de metal

Cilindru de sticlă gradat de 100 ml.

Cronometru.

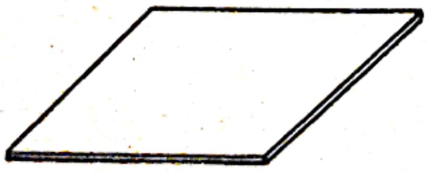


Fig. 22.

Inainte de începerea determinării se verifică dacă tija aparatului alunecă uşor în jos. Se mai verifică dacă indicatorul aparatului este la zero în momentul cînd sonda atinge placa de sticlă pe care este aşezat inelul. Dacă poziţia indicatorului nu corespunde cu diviziunea zero, se face corectura, deplasînd scara.

Modul de lucru.

In capsula metalică se introduc 300 g ciment cîntărit la balanţa tehnică. Din cilindrul gradat de 100 ml se adaogă

70..... 90 ml apă (sau se adaogă toată cantitatea de apă determinată la încercarea de orientare) şi se amestecă energic cu lingura timp de 3 minute.

Amestecarea se poate face şi într-un vas de metal smălţuit cu ajutorul unui cuţit lat, cu vîrful rotunjit.

Cantitatea de apă se potriveşte astfel încît să se obţină o pastă plastică. Cu această pastă se umple inelul de ebonit aşezat pe o placă de sticlă.

Atît inelul cît şi placa vor fi în prealabil unse uşor cu ulei mineral. După umplerea inelului cu pastă se netezeşte faţa superioară a pastei cu un cuţit lat şi se dau cîteva lovituri laterale uşoare în inel pentru compactare.

Se aşează placa cu inelul pe postamentul aparatului Vicat, prevăzut cu sonda Tetmeyer. Se lasă în jos tija (3) a aparatului, aşa fel ca sonda să atingă suprafaţa pastei şi apoi se lasă să cadă liber, spre a putea pătrunde în pastă prin propria sa greutate. După 30 secunde se observă pe scara gradată a aparatului, la ce distanţă de placa de sticlă s-a oprit sonda; dacă s-a oprit la 5-7 mm, consistenţa pastei este normală. Apa folosită în acest scop se raportează la 100 g ciment.

In caz contrar, încercarea se repetă, variind cantitatea de apă de amestecare, pînă ce pasta ajunge la consistenţa normală.

$$\text{Apa de amestecare} = \frac{V}{300} \cdot 100 \quad \text{ml/100 g}$$

în care:

V = cantitatea de apă necesară pentru obţinerea pastei de consistenţă normală, în ml.

300 = cantitatea de ciment luată în lucru, în g.

Exemplu numeric

V = 75 ml.

$$\text{Apa de amestecare} = \frac{75}{300} \cdot 100 = 25 \text{ ml/100 g}$$

Pentru a micşora cantitatea de apă de amestecare necesară pentru confecţionarea pastei de consistenţă normală se folosesc anumite adausuri numite aditivi plastifianţi.Ei se împart în 3 tipuri:

- aditivi dispersanţi
- aditivi antrenori de aer
- aditivi dispersanţi - antrenori de aer (micşti)

Aditivii dispersanţi - sînt substanţe macromoleculare care introduse în sistemul apă-ciment se adsorb cu grupările mai puţin polare pe suprafaţa granulelor de ciment, iar cu cele polare se orientează spre apă şi se hidratează puternic. Exemple: săruri de calciu ale acizilor lignosulfonici.

Aditivii antrenori de aer - sînt substanţe tensioactive care modifică caracterul liofil sau liofob al solidelor precum şi tensiunea superficială a lichidelor.

Exemple: acizii graşi cu formula generală $CH_3-(CH_2)n-COOH$, aminoacizii cu formula generală $R-CH(NH_2)-COOH$.

Adiţivii se adaugă în proporţie de o,ol-o,2 % raportat la ciment.

Pe lîngă micşorarea cantităţii de apă de amestecare, aditivii plastifianţi mai au şi alte efecte: măresc rezistenţele mecanice şi rezistenţa la îngheţ - desgheţ repetat,reduc permiabilitatea şi higroscopicitatea şi măresc compactitatea şi rezistenţa pietrei de ciment la medii agresive.

Priza.

Priza la ciment este un fenomen fizico-chimic. Procesul chimic constă în totalitatea reacţiilor de hidratare şi hidroliză ale componenţilor mineralogici ai cimentului.

In urma acestui proces chimic se formează amestecuri complexe de produse cristaline şi de geluri puternic hidratate.

La un moment dat se ajunge ca granulele de ciment cu învelişurile groase de geluri să adere una de alta prin peliculele de apă adsorbită şi să prindă în masa lor şi produsele

cristaline de hidratare şi hidroliză. Acest fenomen se numeşte priză.

Priza unui ciment se caracterizează printr-un început şi un sfîrşit de priză.

Pentru determinarea prizei la ciment se pot folosi două metode: încercarea pe turte şi încercarea cu aparatul Vicat.

Incercarea pe turte

Aparatură.

Este aceeaşi ca la determinarea cantităţii de apă de amestecare pentru pasta de consistenţă normală.

- Cutie cu aer umed (fig. 24)
- Dorn de metal.

Modul de lucru.

Se cîntăresc la balanţa tehnică 2oo g ciment şi se face o pastă de consistentă normală, adăugîndu-se cantitatea de apă determinată ca la punctul 2 b şi amestecîndu-se energic în capsula metalică timp de 3 minute, cu ajutorul lingurii.

Pasta de consistenţă normală obţinută, se împarte cu ajutorul unei linguri în două părţi egale şi fiecare jumătate se depune pe cîte o placă de sticlă de 12 x 12 cm, însă uşor în prealabil cu ulei mineral. Cu ajutorul lingurii şi bătînd uşor de masă, se dă pastelor o formă lăţită de turtă cu un diametru de circa lo cm (fig. 23 a). Plăcile de sticlă cu turtele

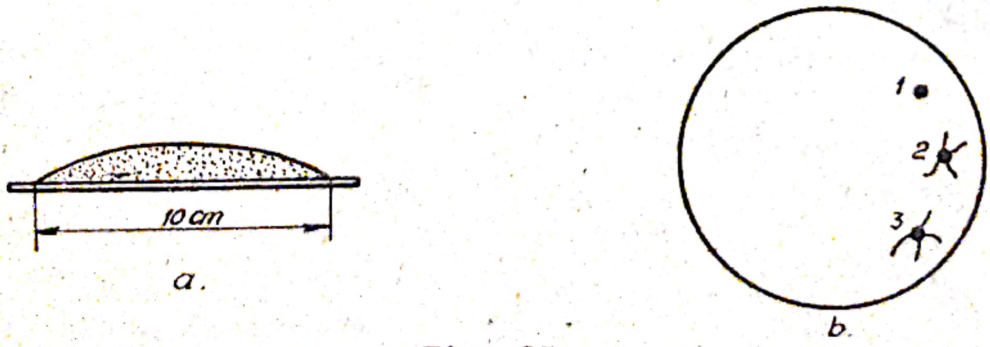


Fig. 23.

se introduc imediat într-o cutie cu aer umed, unde se păstrează tot timpul, scoţîndu-se afară numai în momentul încercării.

Determinarea începutului prizei se face astfel: se așează una din plăcile cu turte pe masă și cam la 1,5 cm de marginea turtei, se înfige un dorn de forma unei apăsătoare de creion, împingîndu-l cu partea subțiată pînă ce atinge placa de sticlă (fig 23 b).

La început cînd pasta de ciment este încă plastică, nu rămîne pe turtă decît urma dornului (1); cînd cimentul începe să reacționeze cu apa și plasticitatea pastei scade, apar în jurul urmei dornului mici crăpături radiale (2), care însă nu ajung pînă la marginea turtei; în sfîrșit cînd crăpăturile ajung pînă la marginea turtei (3), priza se consideră începută.

Prima încercare cu dornul se face după o jumătate de oră de la confecționarea turtei și apoi se repetă încercarea din 15 în 15 minute pînă cînd începe priza.

Se consideră că priza este terminată atunci cînd o lovitură ușoară cu unghia pe suprafața turtei nu mai lasă nici o urmă vizibilă.

Turtele se țin tot timpul în cutia cu aer umed și se scot afară numai pentru încercare, introducîndu-se imediat din nou în cutie.

Lăsarea în aer mai ales în timpul verii ar putea provoca o uscare rapidă a pastei, ceea ce ar falsifica rezultatele încercării.

Inceputul și sfîrșitul prizei se exprimă totdeauna în ore și sferturi de oră.

Exemplu numeric.

Ora confecționării turtei = 7,30'

Inceputul prizei la ora 8,45' adică după 1 1/4 ore

Sfîrșitul prizei la ora 12,15' adică după 4 3/4 ore

Durata prizei = 3 1/2 ore.

Incercarea cu aparatul Vicat

Aparatură.

Este aceeași ca la determinarea cantității de apă de amestecare pentru pasta de consistență normală.

Determinarea se face cu aparatul Vicat (fig. 18) la care se așează deasupra discului (5) greutatea adițională (6), iar sonda Tetmeyer se înlocuiește cu acul Vicat.

Se reglează aparatul Vicat la fel ca la determinarea apei de amestecare pentru pasta de consistenţă normală.

Modul de lucru.

Se introduc în capsula metalică 3oo g ciment cîntărit la balanţa tehnică, se adaugă apa necesară pentru obţinerea pastei de consistenţă normală şi se amestecă energic timp de 3 minute. Pasta obţinută se introduce imediat în inelul de ebonit aşezat pe placa de sticlă, unse în prealabil cu ulei mineral, se îndeasă prin lovituri uşoare în inel şi se netezeşte suprafaţa cu un cuţit.

Se notează ora la care inelul de ebonit a fost umplut cu pasta de ciment. Se acopere apoi inelul cu o placă de sticlă şi se aşează totul pe postamentul aparatului Vicat.

Din sfert în sfert de oră se îndepărtează placa de sticlă şi se lasă acul încet în jos pe suprafaţa pastei de ciment, apoi se lasă să pătrundă liber în pastă prin propria sa greutate.

Incercarea se va face de fiecare dată în puncte diferite de pe suprafaţa pastei. Se notează intervalul de timp de la umplerea inelului cu pastă, pînă cînd acul nu mai străbate pasta în întregime, acesta fiind considerat începutul prizei. Pentru determinarea sfîrşitului prizei, încercarea se face în acelaşi mod, din sfert în sfert de oră, dar pe suprafaţa opusă a pastei. Cînd acul Vicat pătrunde mai puţin de o,5 mm în pasta de ciment, priza se consideră terminată.

Durata prizei este intervalul de timp între sfîrşitul prizei şi începutul prizei.

Inceputul, sfîrşitul şi durata prizei se exprimă în ore şi sferturi de oră.

Exemplu numeric.

- Ora umplerii inelului cu pasta de ciment - 8,15'
- Inceputul prizei la ora 9,3o' deci după 1 1/4 ore
- Sfîrşitul prizei la ora 13,45' deci după 5 1/2 ore
- Durata prizei - 4 1/4 ore.

Timpul de priză este influenţat de proporţia componenţilor mineralogici din ciment (compuşii aluminoşi au cele mai mari viteze de hidratare) şi de fineţea de măcinare a cimentului.

Cimenturile fabricate în ţara noastră se caracterizează prin aceea că priza normală nu începe mai devreme de 1 oră şi se termină în maximum lo ore.

In unele cazuri se pot folosi substanţe care modifică începutul şi sfîrşitul prizei. Aceste substanţe se numesc aditivi şi sînt de două feluri: acceleratori şi întîrzietori de priză.

Ele sînt substanţe organice, sau anorganice, care adăugate în cantităţi mici la betoane accelerează sau încetinesc procesul de întărire. Se adaugă în proporţie de 2-4 % raportat la ciment.

Ca accelerator de întărire se foloseşte mai ales $CaCl_2$ care accelerează reacţiile de hidratare şi hidroliză.

Ca întîrzietori de priză se pot folosi: zaharurile, unele produse de degradare ale substanţelor proteice şi săruri de calciu ale acizilor lignosulfonici.

Scopul determinării.

Inceputul şi sfîrşitul prizei au o mare importanţă practică.

Inceputul prizei determină intervalul de timp care este la dispoziţia muncitorului pe şantier pentru a confecţiona, a transporta şi a pune betonul în lucrare.

Iar sfîrşitul prizei determină intervalul de timp după care se pot scoate cofrajele la piesele de beton.

Constanta volumului.

Pasta de ciment întărită trebuie să aibă volum constant; să nu aibă contracţie mare care ar putea produce fisuri sau crăpături, sau să prezinte expansiuni care să ducă la dezagregarea pastei întărite.

Pentru determinarea constantei de volum există două tipuri de metode:

- metode accelerate - metoda turtelor
  - metoda cu acele Le Chatelier
  - metoda autoclavizării.
- metode de durată.

Determinarea constantei de volum prin metode accelerate.

Metoda turtelor.

Aparatură.

Aceeaşi aparatură ca la obţinerea pastei de consistenţă normală.

Cutie cu aer umed (fig. 24) confecţionată din tablă de zinc. Pe fundul ei se pune un strat de apă deasupra căruia se află un grătar de lemn pe care se aşează epruvetele ce trebuie păstrate în mediu umed. Capacul cutiei este căptuşit cu pîslă şi se închide ermetic.

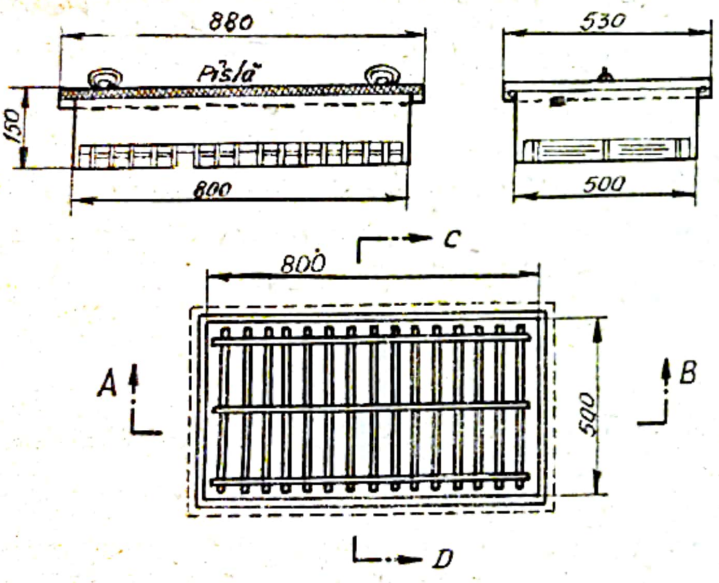


Fig. 24.

Grătar de sîrmă.

Vas cu capac(fig.25)

Cronometru

Modul de lucru

Din 2oo g de ciment cîntărit la balanţa tehnică, se prepară o pastă de consistenţă normală care se împarte în două părţi egale şi fiecare jumătate se aşează pe cîte o placă de sticlă pătrată cu latura de 12 cm, unsă în prealabil cu ulei mineral.

Cu o lingură se dă fiecărei porţiuni de pastă o formă rotunjită, iar prin izbiri uşoare cu mîna se dă o formă lăţită de turtă cu un diametru de lo-12 cm. Plăcile cu turte se introduc imediat într-o cutie cu aer umed unde se păstrează 24 ore.

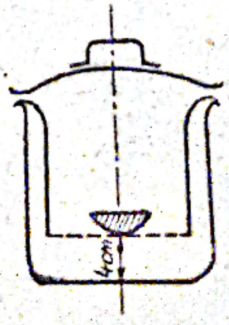


Fig. 25.

După întărire, turtele se desprind cu grijă de pe plăcile de sticlă, se aşează pe un grătar de sîrmă cu feţele plane în sus şi apoi grătarul cu turte se introduce într-un vas cu apă rece (fig. 25).

Vasul se acopere cu capacul său şi se încălzeşte în aşa fel ca fierberea să înceapă după cca 15 minute de încălzire.

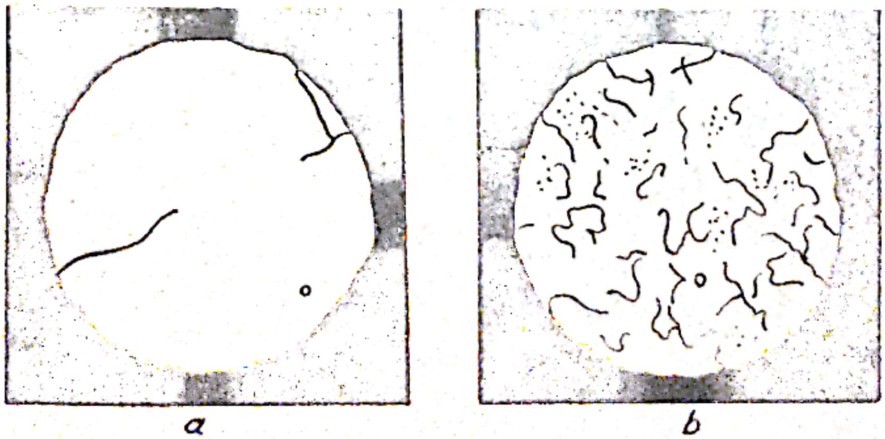
După ce a început, fierberea se continuă 2 ore. Cantitatea de apă din vas se va potrivi astfel ca turtele să rămînă tot timpul fierberii sub apă, fiind interzis să se adauge apă în vas în acest timp.

După terminarea fierberii, se lasă turtele să se răcească în vas pînă la temperatura camerei, apoi se scot din apă şi se examinează imediat dacă a suferit modificări: încovoieri umflături, fisuri, caracteristice neconstantei de volum.

Pentru examinare turtele nu trebuie ţinute scoase din apă mai mult de 3o minute, deoarece prin evaporarea apei de preparare, pot apărea crăpături de contracţie care se deosebesc de cele datorită umflării, după aspectul lor.

Cimentul se consideră că satisface încercarea de constanţă a volumului, cînd turtele nu prezintă încovoieri sau crăpături mergînd de la margine spre centru, caracteristice fenomenului de umflare (fig. 26 a şi b).

În acest caz constanta volumului pe turte se consideră "bună".

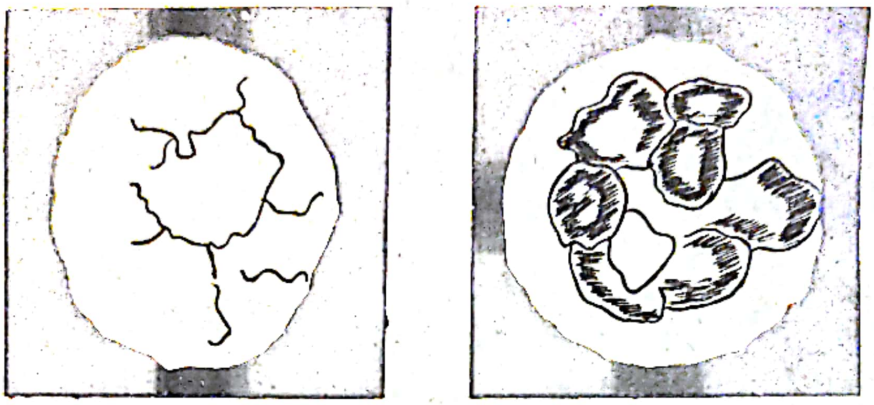


a b

Crăpături datorite neconstanţei de volum.

Fig. 26.

In cazul cînd apar crăpături de contracţie, cimentul nu se consideră că nu satisface încercarea de constantă de volum. Totuşi se menţionează că turtele prezintă crăpături datorită contracţiei (fig. 27 a şi b).



a b

Crăpături datorite contracţiei

Fig. 27.

Metoda inelului cu ace Le Chatelier

Aparatură.

Aceeaşi aparatură ca la confecţionarea pastei de consistenţă normală.

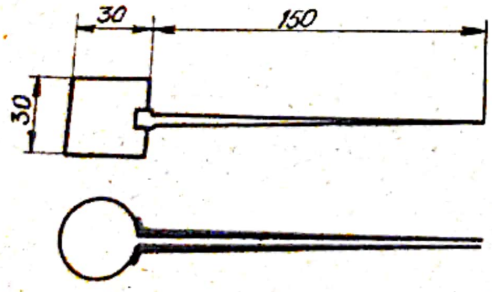


Fig. 28.

Inelul cu ace Le Chatelier (fig. 28) are forma unui cilindru tăiat pe generatoare, cu înălţimea şi diametrul de 30 mm şi este confecţionat din tablă de alamă de 0,5 mm grosime. Pe fiecare parte a tăieturii este fixat cîte un ac indicator cu vîrful ascuţit; distanţa de la vîrful acului la axul cilindrului este de 165 mm.

Vas cu capac (fig. 25).

Şubler.

Inainte de determinarea constantei de volum, se procedează la verificarea elasticităţii inelului, astfel:

Se fixează într-o menghină inelul Le Chatelier cu generatoarele în poziţie orizontală, acul superior fiind fixat în menghină cît mai aproape de inel. Se atîrnă de acul inferior şi cît mai aproape de inel, o greutate de 3oo g.

Alama din care este confecţionat inelul, trebuie să aibă o elasticitate aşa fel ca prin această încercare, extremităţile acelor să se depărteze între ele cu 15..... 2o mm.

Modul de lucru.

Inelul se aşează cu baza pe o placă de sticlă fixînd acele între ele cu un inel de cauciuc, de alamă, sau cu o aţă, pentru a nu se deschide în timpul lucrului. Se umple cu pasta de ciment de consistenţă normală, se nivelează suprafaţa şi se acoperă cu o placă de sticlă pe care se aşează o greutate de loo g.

Inelul astfel pregătit se introduce într-un vas cu apă la temperatura $2o^{o} \pm 3^{o}C$ unde se lasă 24 ore spre a se întări. După trecerea acestui timp, se scoate inelul din apă, se îndepărtează plăcile de sticlă şi inelul de prindere şi se măsoară distanţa dintre vîrfurile acelor (d_1).

Se introduce apoi într-un vas cu apă rece şi se supune la încercarea de fierbere după aceleaşi norme ca şi turtele. Imediat după terminarea fierberii, se măsoară din nou distanţa dintre vîrfurile acelor (d2).

Diferenţa (d2-d1) exprimată în mm indică constanta de volum a cimentului în timpul fierberii. Ca rezultat se ia media a două determinări executate simultan cu două inele.

Exemplu numeric.

d1 = 4 mm

d2 = 12,1 mm.

Constanta de volum = d2-d1 = 12,1-4 = 8,1 mm.

Rezultă că mărirea de volum a pastei de ciment după fierbere este mai mică ca lo mm, deci cimentul are constantă de volum.

Dacă rezultatele încercărilor de la determinarea constantei de volum prin cele două metode de mai sus arată că proba nu are volum constant, se repetă încercarea, lăsînd în

prealabil proba de ciment să stea 3 zile răspîndită într-un strat de 5 cm grosime, neacoperit, la o temperatură de 18°... ... 21°C şi într-o atmosferă cu umiditatea relativă de peste 5o %. Se consideră ca rezultat al determinării, rezultatul celei de a doua încercări.

Prin metoda turtelor şi metoda acelor Le Chatelier nu se pune în evidenţă decît expansiunea provocată de prezenţa unui exces de oxid de calciu liber sau de un exces de ghips.

Expansiunea mai poate fi provocată şi de un conţinut de oxid de magneziu > 5 %. Acesta reacţionează foarte încet cu apa spre a da fenomenul de expansiune, neputînd fi pus în evidenţă prin proba fierberii.

In acest caz, determinarea constantei de volum se face prin metoda autoclavizării.

Metoda autoclavizării (STAS 2832-51)

Constanta de volum determinată prin metoda autoclavizării se exprimă prin variaţia dimensiunilor unor epruvete în formă de prisme, confecţionate din pastă de ciment de consistenţă normală, supuse la acţiunea vaporilor de apă saturaţi, sub presiune.

Aparatură.

Aceeaşi aparatură ca la confecţionarea pastei de consistenţă normală.

Balanţă tehnică, cu precizia de o,1 g.

Tipare pentru turnarea epruvetelor, din fontă sau oţel, de forma şi dimensiunile din fig. 29.

Un tipar este compus dintr-o placă de bază rabotată (A); pe placă sînt aşezate două plăci frontale (B), prevăzute cu locaşuri în care sînt fixate patru plăci laterale (C), care împart tiparul propriu-zis în 3 compartimente egale. Plăcile frontale şi laterale sînt şlefuite pe feţele aşezate pe placa de bază şi pe acelea care formează compartimentele tiparului.

Tiparul propriu-zis astfel îmbinat este fixat pe placa de bază, sprijinit de 2 suporţi ficşi (D) şi strîns cu ajutorul şurubului (E).

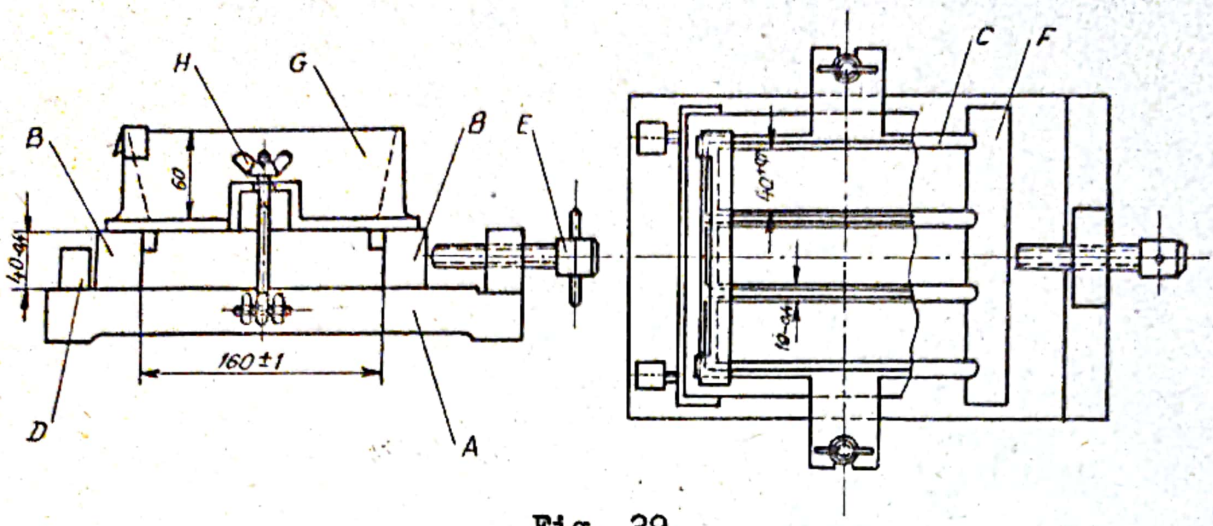


Fig. 29.

Plăcile frontale (B) sînt prevăzute cu găuri (F), care servesc la aşezarea reperelor pentru măsurarea variaţiilor de lungime a epruvetelor; ele au forma şi dimensiunile din fig. 30.

Deasupra tiparului va fi aşezată o ramă (G) care serveşte ca pîlnie pentru turnarea pastei, fixată prin intermediul dispozitivului cu şurub (H).

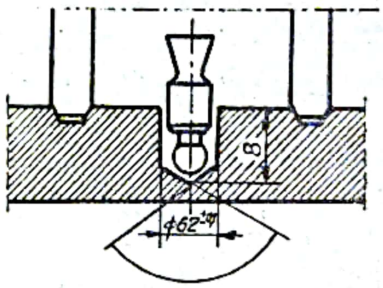


Fig. 30.

Repere avînd forma şi dimensiunile din fig. 31, confecţionate dintr-un material necorodabil.

Mistrie - dintr-o placă subţire de oţel de lo..... 15 cm lungime.

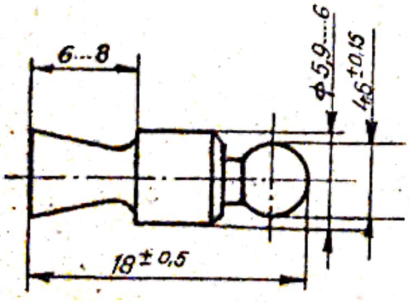


Fig. 31.

Cutie cu aer umed pentru păstrarea probelor (fig. 24).

Autoclavă (fig. 32) constînd dintr-un cazan pentru o presiune maximă în timpul funcţionării de 22 at, prevăzut cu un rastel pentru aşezarea prismelor, cu supapă de siguranţă, manometru şi termometru. Autoclava va fi verificată la presiune hidraulică.

Cazanul va fi de 24 ..... 28 cm diametru şi 27 ..... 3o cm înălţime în interior.

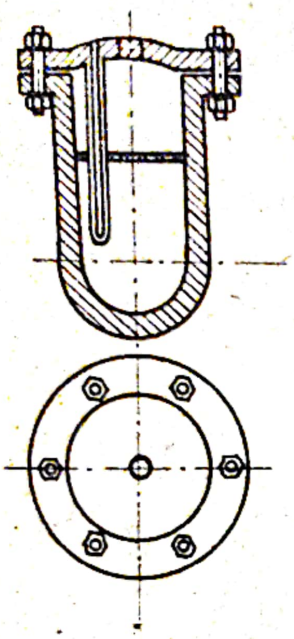


Fig. 32.

Cazanul, avînd încărcătura maximă de epruvete şi un volum de apă egal cu cca 1o% din capacitatea lui, trebuie să fie adus la presiunea de 21 atm. în 6o....75 minute, socotite din momentul în care începe încălzirea. Această presiune trebuie să poată fi menţinută timp de 3 ore apoi să poată fi coborîtă la o,5 atmosfere într-o oră, după ce s-a întrerupt încălzirea. Supapa de siguranţă va fi astfel reglată încît să nu permită o presiune mai mare de 21,5 atm. Manometrul trebuie să aibă o scală între o.... 3o atm. cu gradaţii de o,5 atm; eroarea aparatului nu trebuie să depăşească o,2 atm. la presiunea de 2o atm.

Aparat Graff pentru măsurat lungimi - pentru prisme de 16o mm, compus din două părţi: stativul şi cadrul mobil cu micrometru (fig. 33).

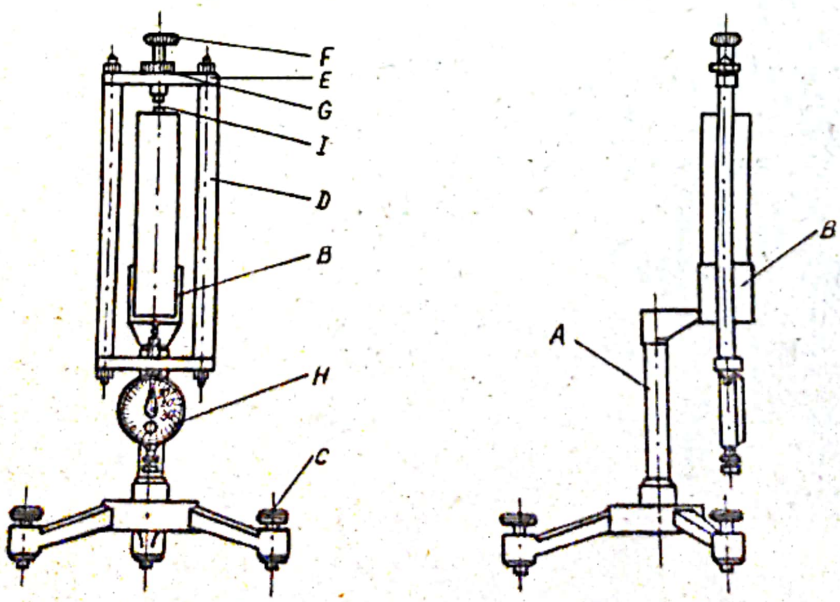


Fig. 33.

Stativul (A) are trei picioare şi un platou (B), pe care se aşează prisma de referinţă sau epruveta de măsurat.

Platoul este făcut din tablă, avînd trei margini înalte şi o margine liberă, iar fundul prevăzut cu o tăietură de la centru la marginea liberă, prin care poate trece reperul prismei.

Cu ajutorul şuruburilor (C) poziţia stativului se reglează astfel încît axul longitudinal al prismei să vină în poziţie verticală.

Cadrul mobil este o piesă rigidă, constituită din două bare cilindrice de oţel inoxidabil, de preferinţă „invar" (D) prinse în două piese transversale (E). Partea superioară a cadrului este prevăzută cu un şurub de reglaj (F) şi o piuliţă de fixare (G). Tija şurubului are un locaş sferic în care poate intra reperul superior (J) al prismei, atunci cînd aceasta este fixată în cadru. Cu ajutorul şurubului de reglaj, poziţia prismei poate fi deplasată pe o distanţă de cca 11 mm.

La partea inferioară a cadrului este fixat un comparator micrometric (H) care măsoară scurtări sau alungiri de la 0,01 mm. Tija micrometrului este prevăzută cu un locaş sferic în care poate intra reperul inferior al prismei atunci cînd este fixată în cadru. De asemenea este prevăzută cu un resort şi se poate mişca în sensul axului longitudinal al prismei, pe o distanţă de cca 11 mm.

Prismă de referinţă - din oţel „invar" avînd dimensiunile 40 x 40 x 160 mm (fig. 34).

Prisma de referinţă poate fi constituită numai dintr-o bară rotundă de oţel „invar" sau din oţel beton nichelat sau cromat, la capetele căreia se află cele 2 repere şi care are lungimea totală de 176 mm; bara are o îmbrăcăminte de lemn uşor, de formă prismatică.

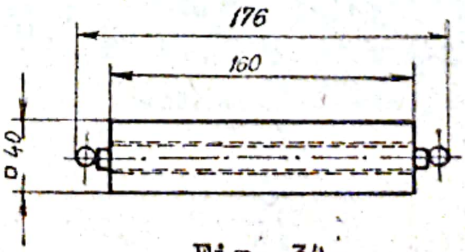


Fig. 34.

Modul de lucru.

Incercările se fac pe trei epruvete, care se confecţionează în acelaşi timp.

Pregătirea tiparelor.

Inainte de prepararea pastei, tiparele se strîng bine şi se ung cu un strat subţire de ulei. Reperele bine curăţate şi uscate se fixează în locaşurile lor cu puţină plastilină, astfel ca axele lor să coincidă cu axul longitudinal al prismelor, iar capătul lor să pătrundă pînă în fundul locaşului de fixare.

Prepararea pastei.

Se iau 1700 g ciment şi se aşează pe fundul unui vas de tablă ca o grămadă conică, cu o gaură la mijloc, în care se toarnă apa necesară pentru obţinerea pastei de consistenţă normală; apoi se ia cu mistria cimentul de pe margini şi se toarnă deasupra materialului ud, pînă cînd se ajunge la umezirea întregii pulberi (cca 30 sec).

Se lasă în repaus 30 sec. şi apoi se amestecă puternic timp de 90 sec. cu mîna îmbrăcată în mănuşă de cauciuc.

Confecţionarea epruvetelor.

Imediat după confecţionarea pastei, o parte din ea se toarnă în tipar aşa ca să-l umple aproximativ pe jumătate, pasta se apasă apoi puternic cu degetele spre colţuri, muchiile de la fund şi repere, pentru ca să umple bine tiparul. După ce această porţiune s-a tasat bine, se toarnă şi restul de pastă, se apasă cu putere peste ceă precedentă şi excesul se îndepărtează cu marginea mistriei.

Pe faţa obţinută se trasează indicele de recunoaştere al cimentului încercat, precum şi o săgeată de sensul longitudinal al epruvetei, îndreptată către unul din capete, pentru a permite aşezarea epruvetei la măsurare în cadrul aparatului, totdeauna în aceeaşi poziţie.

Tiparele cu pasta turnată sînt ţinute în cutia cu aer umed cel puţin 20 ore; dacă epruvetele se scot din tipare înainte de 24 ore de la turnare, ele se vor păstra în continuare în cutia cu aer umed, pînă la împlinirea celor 24 ore.

Efectuarea determinării.

După 24 ore de la turnare, epruvetele se scot şi se măsoară cu o exactitate de 0,01 mm cu aparatul Graff; după

măsurătoare, epruvetele aşezate pe rastel se introduc în autoclavă la temperatura camerei.

In autoclavă s-a turnat în prealabil un volum de apă egal cu cca 1o % din volumul ei.

Incălzirea se face cu supapa deschisă, pentru a permite aerului să iasă din autoclavă şi se continuă astfel pînă ies vapori; apoi se închide supapa, încălzind astfel încît să ajungă la 2o atm. în maximum 1 oră şi 15 minute, socotind de cînd s-a început încălzirea. Presiunea se menţine 3 ore între 2o şi 21,5 atm; după această perioadă se îndepărtează sursa de căldură total sau se micşorează treptat intensitatea încălzirii astfel încît presiunea din interiorul autoclavei să scadă la o,5 atm. într-o oră. Se deschide supapa, se ridică apoi capacul autoclavei, se scoate rastelul cu epruvete şi se cufundă imediat într-un vas cu apă la 9o°C; apoi epruvetele sînt răcite timp de 15 minute pînă la 2o°C, prin adăugare de apă rece; se mai menţin încă 15 minute la 2o°C, apoi se şterg cu o cîrpă umedă şi se măsoară cu o exactitate de o,o1 mm cu aparatul Graff.

Inainte de fiecare măsurătoare aparatul se reglează în modul următor: se aşează prisma de referinţă pe platoul (B) al stativului (A). Se fixează apoi cadrul mobil cu comparatorul micrometric pe prisma de referinţă astfel ca reperul superior al prismei să intre în tija şurubului de reglaj (F) al cadrului.

Se aduce aparatul în poziţia verticală au ajutorul şuruburilor de calaj (C), în aşa fel ca tija comparatorului micrometric să fie în axul reperului inferior al prismei de referinţă, al cărei reper inferior intră în locaşul tijei micrometrului.

Prin manevrarea şurubului de reglaj (F) se aduc acele comparatorului micrometric în poziţia O, la care şurubul de reglaj se fixează cu ajutorul piuliţei (G).

Pentru efectuarea măsurătorii, se scoate cu atenţie cadrul mobil şi prisma de referinţă prin apăsare în jos pe tija cu resort a comparatorului micrometric şi se aşează în locul acesteia, pe platoul trepiedului epruveta supusă încercării, după ce în prealabil reperele au fost şterse cu grijă de praf sau de apă.

Scanned with OKEN Scanner

Se fixează apoi cadrul mobil pe prisma de măsurat, calîndu-se aparatul, cum s-a procedat la reglare şi făcînd ca reperul inferior al prismei să intre în locaşul tijei comparatorului micrometric. Se citesc şi se notează diviziunile indicate de micrometru.

Calculul. Lungimea efectivă a epruvetelor este dată de lungimea măsurată a distanţei dintre capetele extreme ale reperelor, din care se scade suma lungimilor părţilor din repere care depăşesc prisma.

Variaţia lungimii (alungirea sau contracţia) epruvetelor se calculează în raport cu lungimea efectivă iniţială a lor, rezultatul fiind exprimat în mm/m cu o aproximaţie de o,ol mm. Alungirea este exprimată prin valori pozitive, iar contracţia prin valori negative.

$$\alpha = \frac{L_2 - L_1}{L_1} \cdot 1000 \quad mm/m$$

în care:

α = variaţia lungimii efective a epruvetei, în mm/m .

L_1 = lungimea efectivă a epruvetelor înainte de încercare în autoclavă, în mm.

L_2 = lungimea efectivă a epruvetelor după scoaterea din autoclavă, în mm.

Ca rezultat se ia media aritmetică a trei determinări.

Exemplu numeric.

$L_1 = 160,14$ mm

$L_2 = 159,96$ mm

$$\alpha = \frac{159,96 - 160,14}{160,14} \cdot 1000 = -1,12 \text{ mm/m}$$

$\alpha = -1,12$ mm/m

Deoarece $\alpha < 0$ înseamnă că cimentul a suferit o contracţie.

$L_1 = 160,02$ mm
$L_2 = 160,25$ mm

$$\alpha = \frac{160,25 - 160,02}{160,02} \cdot 1000 = 1,43 \text{ mm/m}$$

$\alpha = 1,43$ mm/m

Deoarece $\alpha > 0$ înseamnă că cimentul a suferit o expansiune.

Determinarea constantei de volum prin metode de durată

In cazul determinării constantei de volum a cimentului prin metode de durată, epruvetele sînt examinate într-un interval de timp mai îndelungat pentru a vedea dacă au suferit contracţii sau expansiuni.

Incercări mecanice.

Rezistenţele meçanice reprezintă măsura cea mai justă a calităţii unui ciment.

Determinarea rezistenţelor mecanice ale cimenturilor se face pe mortare normale, de consistenţă vîrtoasă sau plastică, confecţionate în condiţii standard.

Dacă se determină rezistenţele mecanice pe mortare normale de consistenţă vîrtoasă epruvetele vor fi de forma şi dimensiunile următoare:

- pentru determinarea rezistenţei la compresiune - cuburi cu latura de 7,07 cm.

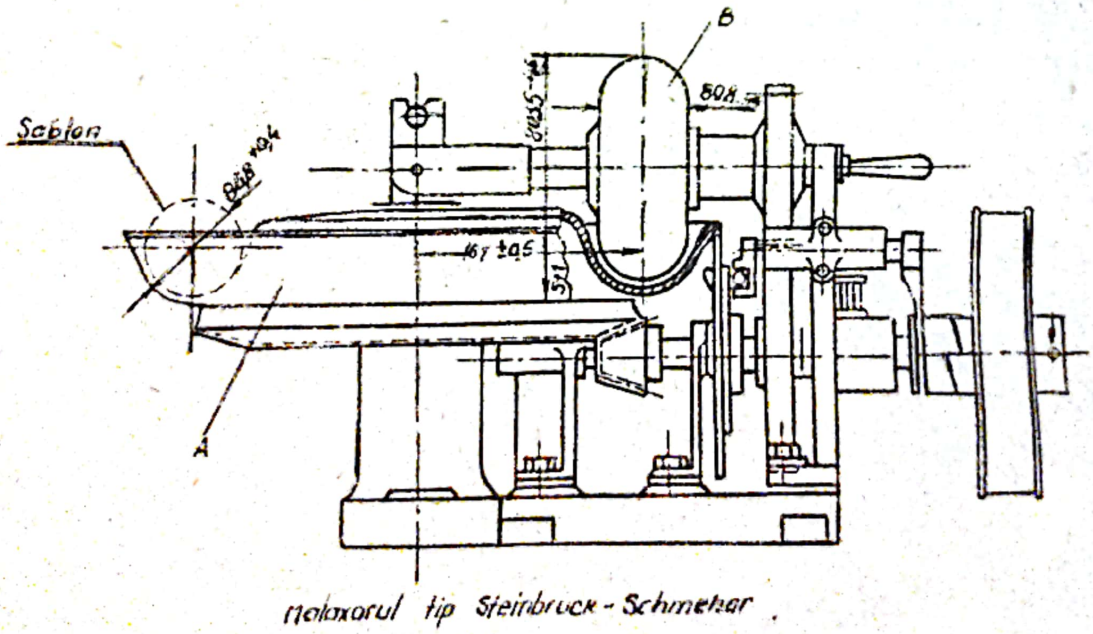
- pentru determinarea rezistenţei la tracţiune - opturi (brichete) cu secţiunea de rupere de 5 cm^2, cu dimensiunile din STAS 227-49.

Dacă se determină rezistenţele mecanice pe mortare plastice, epruvetele vor avea forma de prisme cu dimensiunile de 4 x 4 x 16 cm, atît pentru determinarea rezistenţei la compresiune cît şi pentru determinarea rezistenţei la tracţiune.

Determinarea rezistenţelor la compresiune şi la tracţiune pe mortar normal de consistenţă vîrtoasă.

Aparatură.

- Capsulă metalică în formă de calotă sferică cu ∅ = = 4oo mm, h = loo mm şi grosimea peretelui 2.....3 mm
- Lingură metalică
- Cilindru gradat de 2oo ml.
- Malaxor cu tăvălug tip Steinbruck - Schmelzer (fig.35) cu următoarele caracteristici de funcţionare:
- talerul (A) - 8 rot/min.
- tăvălugul (B) - 72 rot/min.
- durata unui amestec - 2o rotaţii ale talerului în 2 1/2 minute.
- lopata exterioară şi interioară a aparatului trebuie să alunece cu o margine ascuţită pe suprafaţa talerului.



Malaxorul tip Steinbruck - Schmelzer

Fig. 35.

- Tipare pentru confecţionarea epruvetelor.

Sînt confecţionate din oţel sau fontă şi sînt compuse fiecare din: tiparul propriu-zis, placa de bază, adausul care se aşează deasupra tiparului (ghidajul) şi pistonul (miezul) care apasă pe mortarul din tipare.

Părţile componente ale tiparului au forma şi dimensiunile din fig. 36 a şi b.

Fig.36 a - Tipare pentru epruvete pentru încercarea la compresiune.

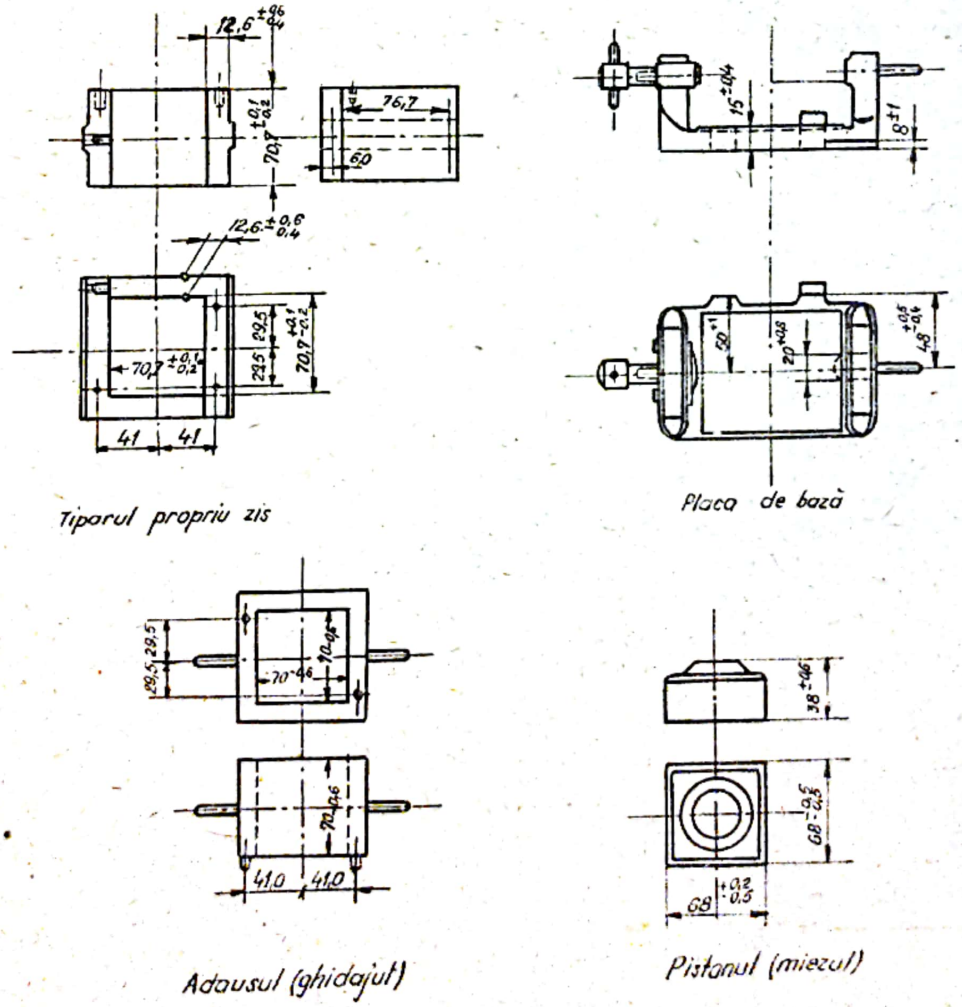


Fig. 36 a.

Fig. 36 b - Tipare pentru epruvete pentru încercarea la tracțiune.

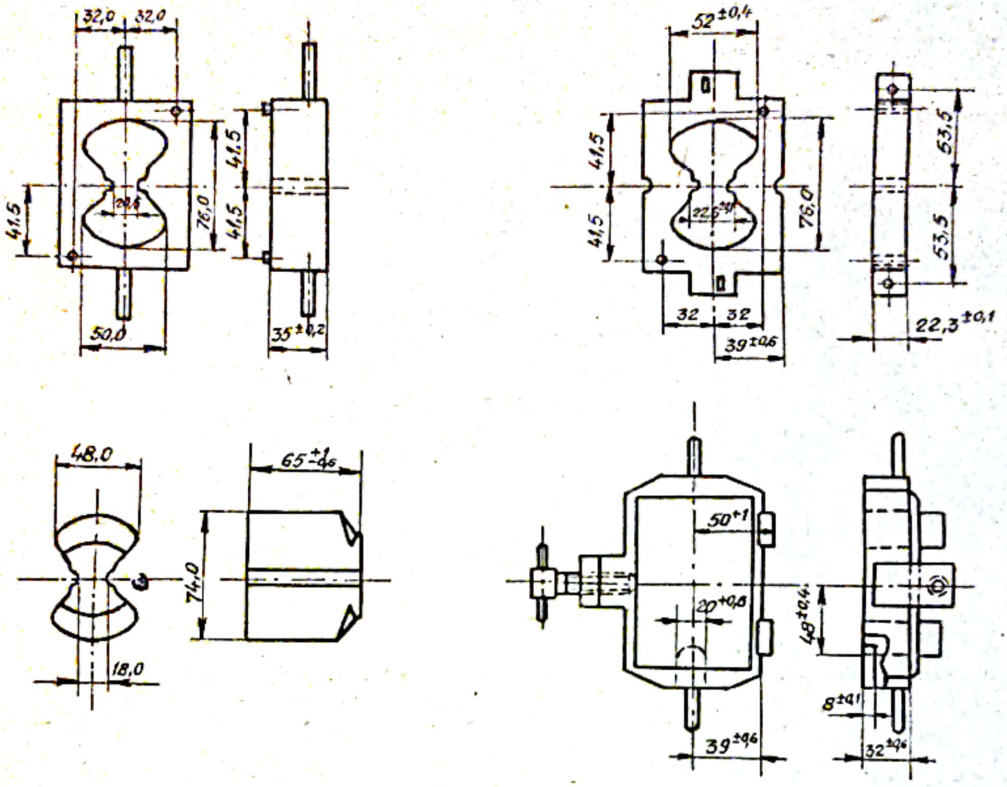
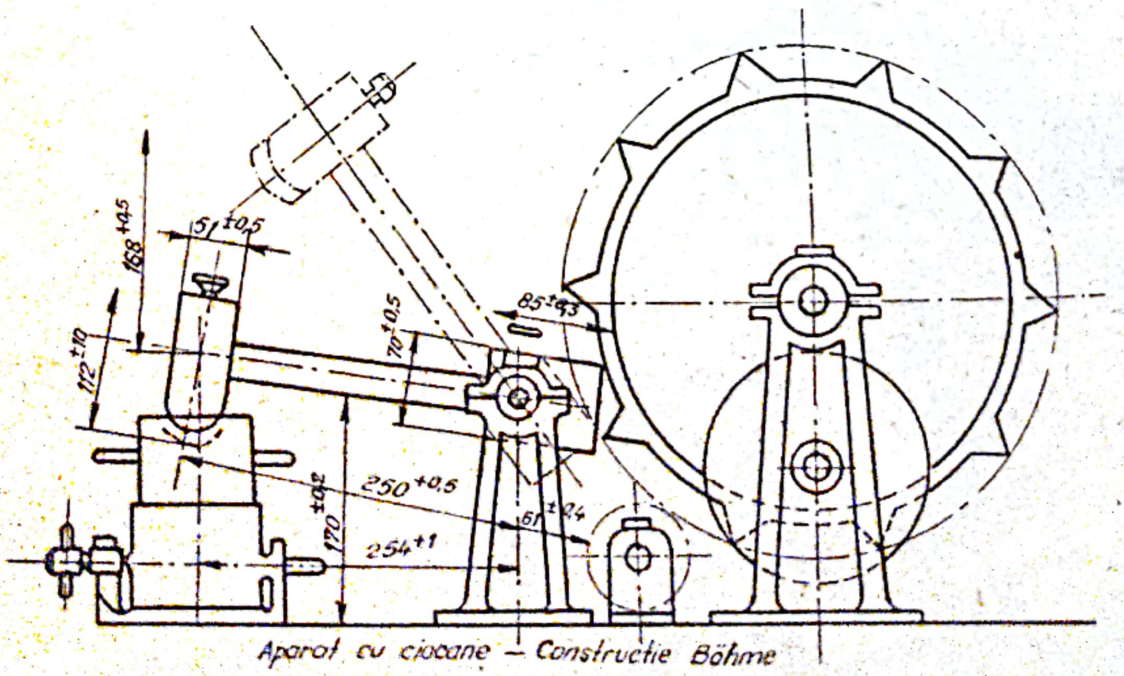


Fig. 36. b.

Aparat cu ciocane Böhme - pentru compactarea mortarului, cu caracteristicile și dimensiunile din fig. 37.



Aparat cu ciocane – Construcție Böhme

Fig. 37.

Greutăţile ciocanului şi toleranţele respective sînt date în tabelul nr. 2o.

Tabelul nr. 2o

Denumirea pieselor	Greutatea nominală	Toleranţe	Limită de uzură
Greutatea ciocanului propriu-zis, kg.	2,oo	+ o,oo6	1,998
Greutatea ciocanului inclusiv coada şi dispozitivul metalic de acţionare, kg.	4,o5	+ o,oo1	4,o4

Poziţia zero a ciocanului este dată de distanţa de la placa de bază a tiparului pînă la partea rotundă a capului cioçanului, în momentul cînd acesta loveşte pistonul tiparului. Înălţimea de ridicare a ciocanului este dată de distanţa maximă la care se ridiçă ciocanul din poziţia zero (pe figură este notată cu 168 mm).

Grosimea capului ciocanului este de 51 mm ± o,5 mm. Ciocanul trebuie să dea 15o lovituri în timp de 2 1/2 minuţe, după care cu ajutorul unui dispoziţiv trebuie să se oprească. Este de preferat comanda mecanică.

Modul de lucru.

Prepararea mortarului normal.

Se cîntăreşte 1,5 kg nisip normal (conform STAS 3-56), se introduce în capsula de fier, se face o adîncitură la mijloc în care se adaugă o,5 kg ciment şi se amestecă cu o lingură timp de 1/2 minut spre a se omogeniza. In acest amestec se adaugă 16o cm^3 apă (8 %) şi se amestecă din nou cu lingura timp de 1/2 minute.

Mortarul se repartizează apoi uniform pe talerul malaxorului aflat în repaas (cu tăvălugul ridicat în sus).

Se lasă tăvălugul jos şi se dă drumul malaxorului să facă 2o rotaţii cu o viteză de 8 rot/min. După terminarea malaxării, se ridică tăvălugul şi se aduce tot mortarul în capsula de fier, fără a-l mai amesteca.

Din mortarul acesta se confecţionează epruvetele folosind tiparele descrise mai sus.

Confecţionarea epruvetelor.

Se verifică aparatura dacă este în perfectă stare de curăţenie şi dacă aparatul cu ciocane se găseşte în stare de funcţionare. Tiparele pentru epruvete vor fi uşor unse cu ulei mineral, ele vor fi bine aplicate pe placa lor de bază şi fixate prin strîngerea şuruburilor.

Se procedează apoi la confecţionarea epruvetelor, din fiecare amestec făcîndu-se într-o operaţie cîte 2 brichete şi 2 cuburi, începînd totdeauna cu confecţionarea brichetelor. Pentru fiecare brichetă se va cîntări o cantitate de 18o g mortar, iar pentru fiecare cub 83o g. Pentru a introduce mortarul mai uşor în tipar se pot folosi şi pîlnii de tablă. Inainte de introducerea mortarului în tipar, se va aşeza deasupra fiecăruia adaosul corespunzător, care prelungeşte tiparul în înălţime. Se aşează pistoanele deasupra mortarului din tipare, fără a le îndesa şi se fixează tiparele sub ciocane, controlînd ca ciocanul să lovească în mijlocul pistonului. Se dă drumul aparatului cu ciocane pentru ca fiecare tipar să primească 15o lovituri. După terminarea baterii, se scot tiparele cu mortar de sub ciocane, se îndepărtează adaosul ridicîndu-l în sus şi apăsînd în acelaşi timp cu degetul cel mare pe piston, pentru ca acesta să rămînă pe loc. Se îndepărtează apoi pistonul, împingîndu-l lateral. Plusul de mortar ce depăşeşte marginea tiparului, se rade cu un cuţit lat şi apoi se îndepărtează. Epruveta se netezeşte, fără a îndesa mortarul şi apoi se numerotează.

Brichetele se desprind de pe placa de bază, se aşează împreună cu tiparul pe plăci de sticlă şi apoi se lasă astfel în repaos 3o minute. După acest timp se desprind cele 2 jumătăţi ale tiparului, iar brichetele aşezate pe plăci de sticlă sînt introduse în cutia de aer umed.

Cuburile se desprind de asemenea de pe placa de bază, se aşează împreună cu tiparul pe plăci de sticlă şi apoi se introduc în cutia cu aer umed unde se păstrează pînă a doua zi, cînd se decofrează (cam după 2o ore de la confecţionare).

Pentru fiecare determinare se confecţionează 6 cuburi şi 6 brichete, în 3 operaţii succesive.

Păstrarea epruvetelor pînă la încercare.

După 24 ore de la confecţionare, toate epruvetele decofrate se introduc în bazine cu apă a cărei temperatură trebuie să fie cuprinsă între 15° şi 2o°C. In această apă epruvetele se păstrează pînă la încercare, care trebuie executată imediat după scoaterea lor din apă şi ştergerea lor cu o cîrpă umedă. Apa din bazine se primeneşte o dată la 2 săptămîni.

Timpul după care au loc încercările mecanice ale epruvetelor este pentru cimentul Portland cel prevăzut în STAS 388-49 şi anume de 3,7 şi 28 zile.

Incercarea la compresiune.

Aparatură.

- Presă hidraulică pentru o forţă de 3o..... 5o tone, care permite o apăsare progresivă cu o creştere uniformă a forţei de cca 2o kgf/cm^2 pe secundă (fig. 38).

Presa hidraulică este formată dintr-un corp de pompă (1) în care se poate mişca în sens vertical pistonul cilindric (2).

Ridicarea pistonului se face cu ajutorul uleiului care se comprimă în corpul de pompă în sensul arătat de săgeată.

Cadrul este format din faţa superioară a corpului de pompă, din coloanele (3) şi (3') şi din traversa (4). Epruveta(5) se aşează pe un platan orizontal şi perfect şlefuit(6) legat rigid de cilindrul (2), iar deasupra se găseşte al doilea platan (6'). Pentru ca să se fixeze bine pe faţa superioară a epruvetei, platanul (6') este aşezat într-un lagăr în formă de calotă sferică, aşa încît platanul se poate mişca - Manometrul (7) care este în legătură cu uleiul din corpul de pompă indică direct sarcinile exercitate de platan, corespunzătoare presiunii uleiului.

Modul de lucru.

Se supun încercării 6 epruvete - cuburi cu latura de 7,o7 cm.

Pentru fiecare determinare se confecţionează 6 cuburi şi 6 brichete, în 3 operaţii succesive.

Păstrarea epruvetelor pînă la încercare.

După 24 ore de la confecţionare, toate epruvetele decofrate se introduc în bazine cu apă a cărei temperatură trebuie să fie cuprinsă între 15° şi 20°C. In această apă epruvetele se păstrează pînă la încercare, care trebuie executată imediat după scoaterea lor din apă şi ştergerea lor cu o cîrpă umedă. Apa din bazine se primeneşte o dată la 2 săptămîni.

Timpul după care au loc încercările mecanice ale epruvetelor este pentru cimentul Portland cel prevăzut în STAS 388-49 şi anume de 3,7 şi 28 zile.

Incercarea la compresiune.

Aparatură.

- Presă hidraulică pentru o forţă de 30..... 50 tone, care permite o apăsare progresivă cu o creştere uniformă a forţei de cca 20 kgf/cm^2 pe secundă (fig. 38).

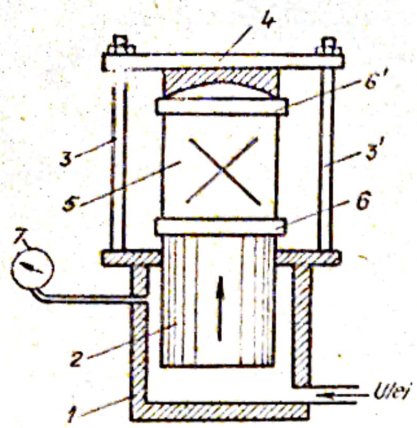
Presa hidraulică este formată dintr-un corp de pompă (1) în care se poate mişca în sens vertical pistonul cilindric (2).

Ridicarea pistonului se face cu ajutorul uleiului care se comprimă în corpul de pompă în sensul arătat de săgeată.

Cadrul este format din faţa superioară a corpului de pompă, din coloanele (3) şi (3') şi din traversa (4). Epruveta(5) se aşează pe un platan orizontal şi perfect şlefuit(6) legat rigid de cilindrul (2), iar deasupra se găseşte al doilea platan (6'). Pentru ca să se fixeze bine pe faţa superioară a epruvetei, platanul (6') este aşezat într-un lagăr în formă de calotă sferică, aşa încît platanul se poate mişca - Manometrul (7) care este în legătură cu uleiul din corpul de pompă indică direct sarcinile exercitate de platan, corespunzătoare presiunii uleiului.

Modul de lucru.

Se supun încercării 6 epruvete - cuburi cu latura de 7,07 cm.



Schema mașinii de încercat la compresiune.

Fig. 38.

Sarcina se aplică pe două fețe paralele netede și anume pe o direcție perpendiculară pe direcția de turnare a mortarului.

Epruveta se așează în centrul plăcii de jos a mașinii și se strînge bine între această placă și placa de sus, axul epruvetei trebuind să coincidă cu axul mașinei.

Se trece apoi la încercare, observînd cu atenție creșterea continuă și uniformă a efortului de compresiune care va fi de aproximativ 2o kgf/cm^2 pe secundă. Se va nota presiunea maximă de la care acul manometrului începe să dea înapoi.

Rezistența la compresiune va fi dată de relația:

$$\sigma_c = \frac{G}{S} = \frac{G}{5o} \text{ kgf/cm}^2$$

în care:

G - forța maximă de sfărîmare la care a cedat cubul, în kgf.

S - suprafața cubului, pe care s-a aplicat această forță, în cm^2.

Din cele șase rezultate parțiale obținute se elimină cele două inferioare și se face media aritmetică a celor patru superioare, această medie fiind considerată drept rezultat al încercării.

Dacă încercarea la compresiune se face după 28 zile de la confecționarea cuburilor din mortar normal vîrtos, în care timp sînt păstrate în condiții standard, atunci rezistența minimă de rupere la compresiune reprezintă marca cimentului.

Exemplu numeric.

In urma încercărilor efectuate asupra epruvetelor după 28 zile de la confecționare, s-au obținut următoarele rezultate:

$G_1 = 22.200$ kg

$$\sigma_{c_1} = \frac{22.200}{50} = 444 \text{ kgf/cm}^2$$

Pentru celelalte 5 cuburi încercate, rezistenţa la compresiune a dat următoarele rezultate:

$\sigma_{c_2} = 412$ kgf/cm^2

$\sigma_{c_3} = 404$ kgf/cm^2

$\sigma_{c_4} = 440$ kgf/cm^2

$\sigma_{c_5} = 439$ kgf/cm^2

$\sigma_{c_6} = 435$ kgf/cm^2

$$\sigma_{c_m} = \frac{444 + 440 + 439 + 435}{4} = 439{,}5 \text{ kgf/cm}^2$$

Rezultatul încercării: $\sigma_c = 439{,}5$ kgf/cm^2

Incercarea la tracţiune

Aparatură. - Aparat de încercat la tracţiune tip Frühling - Michaelis (fig. 39).

Se foloseşte de obicei aparatul cu două pîrghii, realizînd un raport de transformare a sarcinii de 1: 50; cu ajutorul pîrghiilor A (raport 1:10) şi B (raport 1:5).

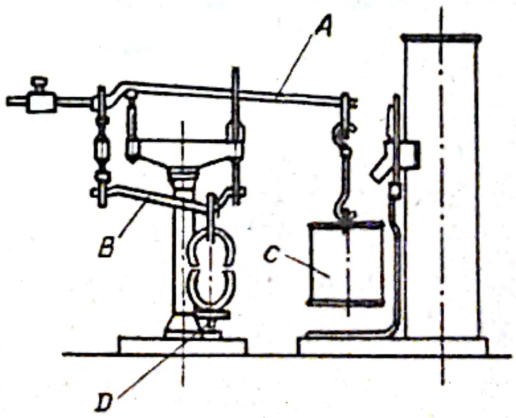


Fig. 39.

In acest mod, forţa de rupere este de 50 ori mai mare decît greutatea întrebuinţată pentru producerea ei. Trebuie observat ca forţa de rupere să crească în mod continuu cu 5 kgf pe secundă, iar forma şi dimensiunile gheare-lor să corespundă delor din fig. 40. Greutatea vasului (C)

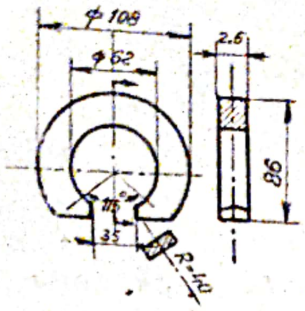


Fig.4o.

nu trebuie să treacă peste 6oo g. Ca încărcătură servesc alice de plumb, cu diametrul pînă la 3 mm.

Aparatul trebuie să aibă un dispozitiv care opreşte automat căderea alicelor din rezervor, în momentul cînd vasul a căsut jos.

Modul de lucru.

Se controlează mai întîi ca pîrghia aparatului Frühling-Michaelis să fie în echilibru fără vasul gol (C), reglîndu-se poziţia cu ajutorul şurubului de la partea stîngă a barei (A).

Se aşează bricheta între ghiarele aparatului prin reglarea şurubului (D) şi se aduce aparatul la echilibru; se lasă să curgă alicele din rezervor cu un debit de cca loo g/sec.

Incărcarea se face în mod continuu, pînă la ruperea briçhetei. In acest moment, căderea alicelor se opreşte automat.

Tinînd seama că secţiunea de rupere a epruvetei este de 5 cm^2 şi că raportul dintre greutatea vasului (C) cu alice şi forţa de rupere este de 1/5o, rezultă că rezistenţa la tracţiune va fi dată de greutatea vasului (C) cu alice, înmulţită cu lo.

Din cele 6 rezultate parţiale obţinute, se elimină cele 2 inferioare şi se face media aritmetică a celor 4 superioare, această medie fiind considerată drept rezultat al încercării.

$$\sigma_t = \frac{G \cdot 5o}{5} = G \cdot lo \ kgf/cm^2$$

Exemplu numeric.

In urma încercărilor efectuate asupra epruvetelor după 28 zile de la confecţionare, s-au obţinut următoarele rezultate:

$$G_1 = 2,55o \ kgf$$

$$\sigma_{t_1} = \frac{2,55o \cdot 5o}{5} = 25,5o \ kgf/cm^2$$

Pentru celelalte cinci brichete încercate, rezistenţa la tracţiune a dat următoarele rezultate:

$$\sigma_{t_2} = 25,00 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\sigma_{t_3} = 25,70 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\sigma_{t_4} = 26,00 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\sigma_{t_5} = 24,50 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\sigma_{t_6} = 24,95 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\sigma_{t_m} = \frac{25,50 + 25,00 + 25,70 + 26,00}{4} = 25,55 \text{ kgf/cm}^2$$

Rezultatul determinării: $\sigma_t = 25,55 \text{ kgf/cm}^2$

Determinarea rezistenţelor la compresiune şi la tracţiune pe mortare plastice.

Intre diferitele norme naţionale pentru determinarea rezistenţei cimenturilor există diferenţe destul de mari şi ca atare încercările efectuate asupra aceluiaşi ciment, respectînd indicaţiile din diverse norme în vigoare, au ca rezultat obţinerea unor indicatori de rezistenţă diferiţi, fapt ce reduce sensibil posibilitatea de a compara direct rezultatele de rezistenţă asupra cimenturilor produse în diferite ţări.

Pe baza rezultatelor obţinute la încercările efectuate asupra cimentului şi betonului într-un număr mare de ţări producătoare de ciment, s-a ajuns la părerea general acceptată că sub aspectul comparării cu rezistenţa betonului, ca şi sub aspectul reproductibilităţii rezultatelor obţinute la încercări, cele mai bune rezultate se obţin în cazul determinării rezistenţei cimenturilor pe mortare plastice.

Metodele mai importante pentru determinarea rezistenţei cimenturilor pe mortare plastice sînt:

Scanned with OKEN Scanner

- metoda Rilem - Cembureau
- metoda prevăzută de normele germane DIN 1164/1942
- metoda prevăzută de normele americane ASTM C 1o9/1958.

Comparaţie între metoda Rilem şi metoda prevăzută de STAS 227/49 pentru determinarea rezistenţelor mecanice ale cimenturilor.

Metoda prevăzută de STAS 227/49 - foloseşte ca nisip standard nisipul normal monogranular o,8o - 1,2o mm, raport ciment /nisip = 1:3 (părţi în greutate), raport apă/ciment = o,32; amestecul şi compactarea mortarului se face cu utilaje învechite, puse la punct din primii ani ai secolului XX (care sînt greoaie, produc zgomot puternic în funcţionare, nu asigură o bună omogenizare şi compactare a amestecului proaspăt de mortar standard etc.), necesită un număr foarte mare de tipare de cuburi 7,o7 cm şi brichete în formă de opt, consum. mare de materiale şi timp de lucru, iar precizia şi reproductibilitatea rezultatelor este relativ scăzută.

Metoda Rilem - foloseşte ca nisip standard un nisip cuarţos cu trei fracţiuni şi granulaţie continuă o,o8-1,7o mm, raport ciment/nisip = 1:3 (părţi în greutate), raport apă/ciment = o,5o, amestecul şi compactarea mortarului făcîndu-se cu utilaje ce corespund tehnicii actuale - malaxorul automat cu palete cu amestec forţat şi masa de şoc; necesită un număr redus de tipare de prisme, consum redus de materiale şi timp de lucru, precizia şi reproductibilitatea rezultatelor sînt foarte bune.

In plus, laboratoarele care efectuează încercarea cimenturilor după metoda Rilem, au nevoie de prese hidraulice cu sarcini maxime mai reduse şi deci mai puţin costisitoare, de spaţii mai reduse pentru păstrarea probelor de ciment şi nisip standardizate, precum şi de bazine mai mici pentru păstrarea epruvetelor în intervalul confecţionare-încercare.

In cazul determinării rezistenţei cimentului pe mortare plastice, se obţin rezistenţe la compresiune în general mai reduse decît în cazul încercării cimenturilor pe mortare

vîrtoase cu raport a/c scăzut, reducerea rezistenţei la compresiune fiind în funcţie de tipul cimentului şi vîrsta de încercare.

Rezultatele obţinute la încercarea cimenturilor prin această metodă, asigură o mai bună corelare cu rezistenţa betonului, atît la vîrste mici (1,3,7 zile) de încercare a cimentului, cît şi la vîrste mai mari (28,9o zile).

Determinarea principalilor parametri de rezistenţă (compresiune, încovoiere) şi deformaţii (contracţii şi curgere lentă) ai cimentului se efectuează pe acelaşi tip de epruvetă-prismă de 4 x 4 x 16 cm, cu acelaşi grad de compactare, ceea ce asigură o mai bună concordanţă a rezultatelor în comparaţie cu vechile metode, unde fiecare parametru era determinat pe alt tip de epruvetă.

Determinarea rezistenţelor mecanice pe mortare plastice.

Determinarea rezistenţelor mecanice pe mortare plastice se poate face conform STAS 5156-56 în care confecţionarea mortarului şi a epruvetelor se face manual sau conform noii metode Rilem-Cembureau în care confecţionarea mortarului se face cu ajutorul malaxorului automat cu amestec forţat tip Tonindustrie sau tip Maurice-Perrier, iar la confecţionarea epruvetelor se foloseşte pentru compactare masa de şoc tip Tonindustrie sau tip Maurice Perrier.

Metoda conform STAS 5156-56.

Aparatură.

- Capsulă metalică în formă de calotă sferică cu diametrul de 4oo mm, înălţimea de loo mm şi grosimea peretelui 2...3 mm.
- Lingură de metal.
- Mistrie.
- Cilindru gradat de loo ml.
- Masă de răspîndire şi formă tronconică pentru determinarea răspîndirii mortarului;
- Tipare pentru confecţionarea epruvetelor, confecţionate din oţel sau fontă. Sînt compuse din: tiparul propriu-zis, placa suport şi cadrul de turnare.

Tiparul propriu-zis are trei compartimente şi este compus din două piese frontale şi patru pereţi despărţitori. Are forma şi dimensiunile din figura 41.

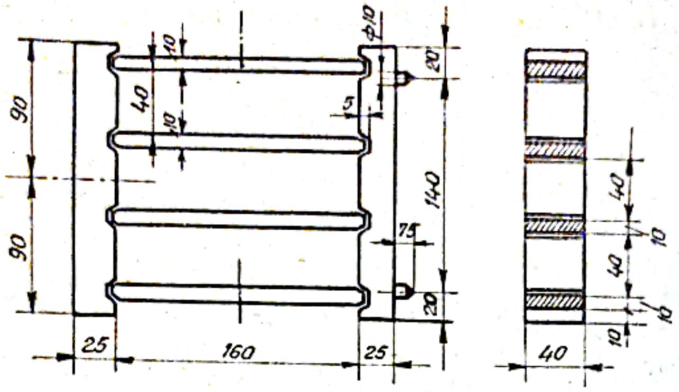


Fig. 41.

Placa suport cu şuruburi pentru fixarea tiparului şi a cadrului de turnare, are forma şi dimensiunile din fig. 42.

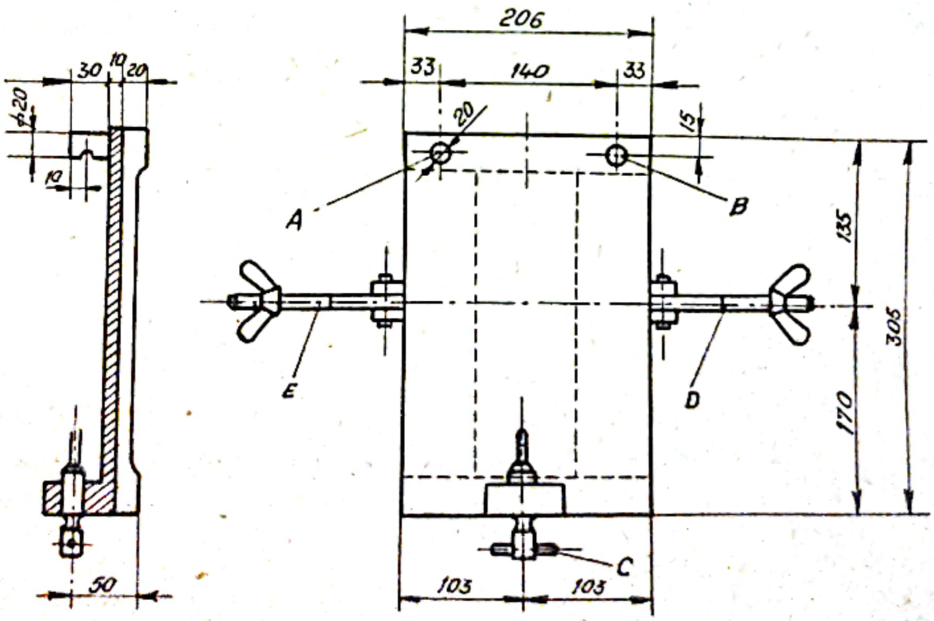


Fig. 42.

Cadrul de turnare are tot trei compartimente de turnare, corespunzătoare compartimentelor tiparului şi are forma şi dimensiunile din fig. 43.

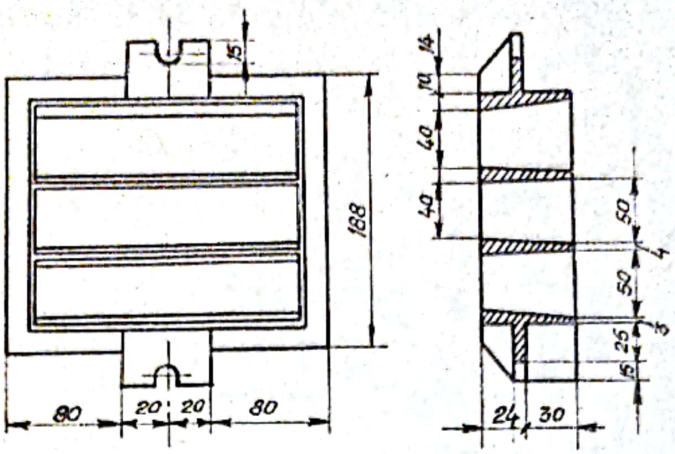


Fig. 43.

- Spatulă

- Mai de lemn cu greutatea de 750 g şi secţiunea de 38 x 150 mm (fig. 44).

- Cutie cu aer umed (fig. 24).

Modul de lucru

Prepararea mortarului normal.

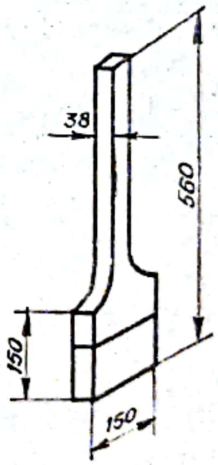


Fig. 44.

Pentru confecţionarea a 9 epruvete în formă de prismă, necesare pentru încercările la 3,7 şi 28 zile, se procedează în modul următor:

Se cîntăreşte 1,7 kg nisip normal cu granulaţie fină (STAS 3-56). Se introduce în capsula metalică, se face o adîncitură la mijloc în care se adaugă 1,7 kg ciment şi se amestecă cu lingura pînă ce amestecul capătă o culoare uniformă.

In amestecul de ciment şi nisip normal cu granulaţie fină se adaugă 1,7 kg nisip normal monogranular cu granulaţie mare (STAS 3-56) şi se amestecă timp de cel puţin 1 minut, pînă la omogenizare.

In amestecul de ciment cu ambele fracţiuni de nisip se adaugă apoi 850 ml apă şi se amestecă bine cu mistria timp de 3 minute.

Apa, cimentul şi nisipul vor avea temperatură camerei.

Inainte de prepararea epruvetelor se determină consistenţa mortarului plástic, în mod informativ, conform STAS 2634-6o.

Confecţionarea epruvetelor.

Epruvetele pentru determinarea rezistenţelor la tracţiune din încovoiere şi la compresiune sînt în formă de prismă cu dimensiunile 4o x 4o x 16o mm.

Ele se confecţionează din mortarul plastic normal, preparat ca mai sus.

Inainte de a începe confecţionarea, se va verifica dacă tiparele sînt perfect curate. Tiparele se ung în interior cu ulei mineral. Se verifică dacă sînt bine încheiate şi fixate de placa de bază.

Pentru fiecare epruvetă sînt necesare 62o g mortar.

Se cîntăresc mai întîi cîte 31o g mortar pentru fiecare prismă, care se toarnă uniform în tiparele prevăzute cu cadrul de turnare, se egalizează suprafaţa cu ajutorul unei spatule, apoi mortarul din fiecare tipar este îndesat prin aplicarea a lo lovituri de mai în modul următor: maiul este ridicat astfel încît faţa sa inferioară să fie la fiecare lovitură la nivelul părţii superioare a cadrului de turnare şi lăsat apoi să cadă prin propria greutate. Maiul alunecă de-a lungul ambilor pereţi longitudinali ai cadrului.

După baterea primului strat se adaugă în fiecare tipar cîte un nou strat de 31o g mortar, care se nivelează şi se bate la fel ca primul.

Se îndepărtează apoi cadrul de turnare cu grijă, iar prisosul de mortar care depăşeşte marginile tiparului este netezit cu spatula prin 2-3 mişcări. Tiparele se aşează în cutia cu aer umed.

După 1 oră, excesul de mortar se îndepărtează cu o riglă metalică, apoi se depozitează din nou în cutia cu aer umed.

După 2o ore de la confecţionare, în care timp cutia cu aer umed rămîne închisă, epruvetele se desprind de pe placa de bază, se aşează împreună cu tiparul pe plăci de sticlă,

Scanned with OKEN Scanner

se decofrează şi se aşează din nou pe plăcuţe de sticlă, în cutia cu aer umed, unde mai rămîn 4 ore.

Pentru fiecare determinare se confecţionează 3 prisme care se încearcă la tracţiune din încovoiere şi din care rezultă 6 jumătăţi, pentru încercarea la compresiune.

Păstrarea epruvetelor pînă la încercare.

După 24 ore de la confecţionare, toate epruvetele se introduc în bazinul cu apă, a cărei temperatură trebuie să fie între 18° şi 21°C, aşezate cu o faţă laterală pe un grătar de lemn. Suprafaţa laterală opusă a fiecărei epruvete se înseamnă.

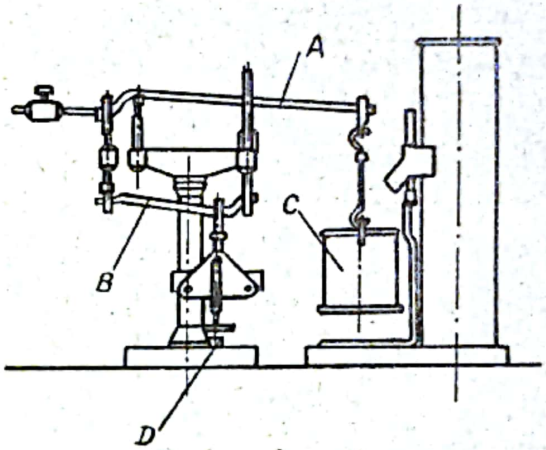


Fig. 45.

Epruvetele rămîn în apă pînă la încercare, care trebuie executată imediat după scoaterea lor din apă.

Apa din bazin se primeneşte o dată la 2 săptămîni. Pentru cimentul Portland încercările meçanice se efectuează după 3,7 şi 28 zile de la confecţionare.

Incercarea la tracţiune din încovoiere.

Aparatură.

Aparat tip Früh1ing-Michaelis (fig. 45) la fel ca la determinarea rezistenţei la tracţiune pe mortare normale de consistenţă vîrtoasă, conform STAS 227-49, la care ghearele pentru prinderea epruvetelor în formă de 8 sînt înlocuite cu un dispozitiv special pentru fixarea epruvetelor în formă de prismă (fig. 46).

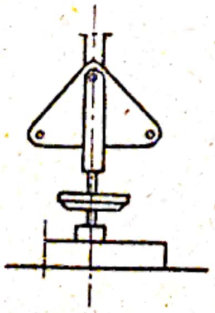


Fig. 46.

Efectuarea determinării.

Se reglează aparatul Früh1ing-Michaelis la fel ca la încercarea la tracţiune pe mortare normale de consistenţă vîrtoasă conform STAS 227-49.

Epruvetele supuse încercării trebuie scoase din bazinul cu apă cu 15..... 2o minute înainte de încercare; ele trebuie şterse cu o cîrpă umedă.

La încercare, se aşează epruvetele în dispozitivul de fixare, perpendicular pe direcţia de turnare, cu faţa superioară însemnată în sus şi se aduce braţul lung al aparatului la reperul de încercare. Se lasă să curgă alicele din rezervor cu un debit de cca loo g pe secundă pentru ca forţa de rupere să crească în mod constant cu 5 ± 1 kgf pe secundă.

Incercarea se face în mod continuu pînă la ruperea prismei; în acest moment, căderea alicelor se opreşte automat.

Rezistenţa de rupere la tracţiune din încovoiere este dată de relaţia:

$$\sigma_{t_i} = \frac{Mi}{W} \quad kgf/cm^2$$

în care:

Mi - momentul încovoietor, în cm.kgf

W - modulul de rezistenţă, în cm^3

Momentul încovoietor (Mi) este dat de relaţia:

$$Mi = \frac{P.l}{4} \quad cm \cdot kgf$$

în care:

P - sarcina de încovoiere, în kgf

l - distanţa dintre cele două reazime în cm

Modulul de rezistenţă (W) pentru capul prismei cu secţiunea pătrată avînd latura h, este dat de relaţia:

$$W = \frac{h^3}{6} \quad cm^3$$

în care:

h - latura secţiunii prismei, exprimată în cm.

La aparatul Frühling - Michaelis, ţinînd seama de relaţia dintre sarcina de încovoiere P şi greutatea alicelor G:

$$P = 50.G, \text{ kgf}$$

precum şi de valorile lui h şi l, rezistenţa de rupere la tracţiune din încovoiere devine:

$$\sigma_{t_i} = \frac{25.G.l}{h^3} = 11,7G \text{ kgf/cm}^2$$

în care:

G - greutatea alicelor, în kgf

Rezultatul încercărilor este dat de media aritmetică a încercărilor a cel puţin 3 prisme. Dacă unul dintre rezultatele parţiale se abate cu mai mult de 10 % faţă de valoarea medie, încercarea se repetă.

Exemplu numeric

In urma încercărilor efectuate asupra epruvetelor, după 28 zile de la confecţionare, s-au obţinut următoarele rezultate:

$$G_1 = 4,380 \text{ kgf}$$

$$\sigma_{ti_1} = 11,7 \cdot 4,380 = 51,25 \text{ kgf/cm}^2$$

Pentru celelalte două prisme încercate, rezistenţa la tracţiune din încovoiere a dat următoarele rezultate:

$$\sigma_{ti_2} = 53,00 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\sigma_{ti_3} = 52,50 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\sigma_{ti_m} = \frac{1}{3}(51,25 + 53,00 + 52,50) = 52,25 \text{ kgf/cm}^2$$

Incercarea la compresiune

Aparatură

- Maşina de încercat la compresiune este o presă hidraulică de 12 t care permite creşterea uniformă a forţei de compresiune cu cca 15 ± 3 kgf/cm^2.sec.

Forţa de compresiune trebuie citită cu o precizie de ± 1 %.

La maşinile de încercat care nu sînt prevăzute cu dispozitiv sferic pentru transmiterea uniformă şi centrică a sarcinilor asupra epruvetei care se încearcă, între una din suprafeţele epruvetelor şi una din părţile maşinii se interpune un dispozitiv cu rotulă (fig.47).

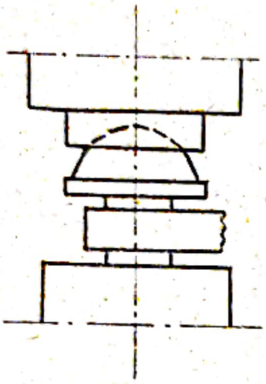


Fig. 47.

Efectuarea încercării.

Incercarea la compresiune pe mortare normale plastice se face pe cele 6 jumătăţi de prismă obţinute după ruperea celor 3 prisme încercate la tracţiune din încovoiere.

Fiecare jumătate de prismă se aşează pe placa presei între două plăci de metal cu latura de 4o x 4o mm şi grosimea de 6 mm. Plăciţe trebuie aşezate exact una peste alta. Pentru această se trage pe jumătăţile de prismă o linie de reper, pentru o mai bună centrare, iar capătul plăcilor se aşează în dreptul liniei.

Cele două plăcuţe marchează zona de compresiune şi vor fi aşezate cît mai central posibil pe jumătăţile de prismă (fig. 48).

Sarcina de compresiune se aplică perpendicular pe direcţia de îndesare a mortarului şi trebuie să se transmită pe întreaga suprafaţă (16 cm^2). Ea se va mări încet cu o viteză medie de 15 ± 3 kgf/cm^2.sec.

Rezistenţa la compresiune este dată de relaţia:

$$\sigma_c = \frac{G}{S} = \frac{G}{16} \quad kgf/cm^2$$

în care:

G - forţa maximă de rupere, în kgf

S - suprafaţa solicitată a jumătăţii de prismă, în cm^2.

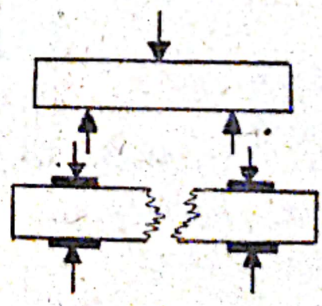


Fig. 48

Rezultatul este media aritmetică a celor 6 rezultate parţiale obţinute, dacă abaterea fiecăruia dintre rezultatele parţiale faţă de medie este mai mică de lo %.

Dacă cel mult 2 din rezultatele parţiale dau abateri mai mari de lo % faţă de medie, atunci valoarea medie se calculează eliminînd aceste rezultate parţiale.

Dacă mai mult de 2 din rezultatele parţiale dau abateri mai mari de lo % faţă de medie, atunci încercarea se repetă.

Exemplu numeric.

In urma încercărilor efectuate asupra epruvetelor după 28 zile de la confecţionare, s-au obţinut următoarele rezultate:

$G_1 = 6808$ kg

$\sigma_{c_1} = \frac{6808}{16} = 425,5$ kgf/cm^2

$\sigma_{c_2} = 418$ kgf/cm^2

$\sigma_{c_3} = 421,8$ kgf/cm^2

$\sigma_{c_4} = 425$ kgf/cm^2

$\sigma_{c_5} = 408$ kgf/cm^2

$\sigma_{c_6} = 423,5$ kgf/cm^2

$\sigma_{cm} = \frac{1}{6}(425,5 + 418 + 421,8 + 425 + 408 + 423,5) = 420,3$ kgf/cm^2.

Metoda Rilem - Chembureau

Aparatură.

- Malaxorul automat cu amestec forţat pentru prepararea mortarelor plastice tip Tonindustrie sau tip Maurice-Perrier (fig. 49).

- Masa de şoc pentru compactarea mortarelor plastice tip Tonindustrie sau tip Maurice-Perrier (fig. 50).

- Tipare pentru confecţionarea epruvetelor, identice cu cele folosite la metoda conform STAS 5156-56 (fig.41,42, şi 43).

- Cutie cu aer umed (fig. 24).

Modul de lucru.

Prepararea mortarului normal.

Mortarul normal se prepară folosind un raport ciment/nisip (în greutate) de 1 : 3.

Nisipul folosit este trifracţionat de următoarele dimensiuni:

fracţiunea fină - o,o8-1,5o mm

fracţiunea mijlocie - o,5o-1,oo mm;

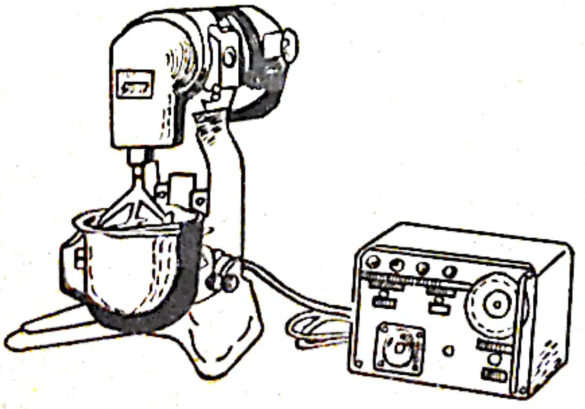
fracţiunea grosieră 1,oo-1,7o mm;

Raportul apă: ciment este o,5o.

Mortarul se obţine prin amestecare în malaxorul cu amestec forţat tip Tonindustrie sau tip Maurice-Perrier timp de 1 minut, cu viteza de 14o ture/minut, apoi se măreşte viteza de malaxare şi se continuă amestecarea încă 1,3o minute cu viteza de 28o ture/minut.

Mortarul obţinut este de consistenţă plastică.

Confecţionarea epruvetelor.



Malaxorul automat cu amestec forţat pentru prepararea mortarelor plastice tip TONINDUSTRIE.

Fig. 49.

Epruvetele pentru determinarea rezistenţelor la tracţiune şi la compresiune sînt în formă de prismă cu dimensiunile de 4o x 4o x 16o mm.

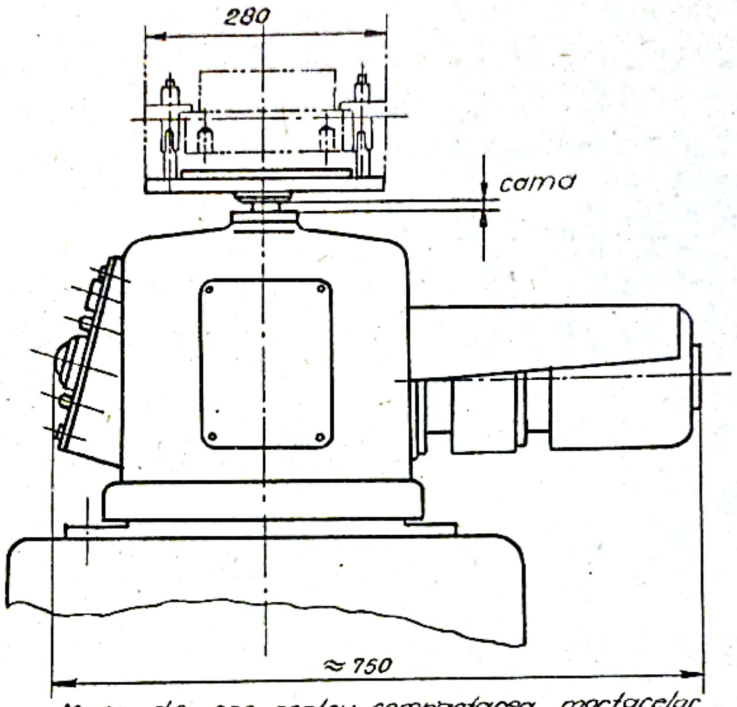
Ele se confecţionează din mortarul normal, de consistenţă plastică, preparat ca mai sus, folosind tiparele din fig. 41, 42, 43.

Compactarea epruvetelor se face prin aplicarea a 12o şocuri cu masa de şoc tip Tonindustrie sau tip Maurice-Perrier.

Păstrarea epruvetelor pînă la încercare.

Se face la fel ca la metoda conform STAS 5156-56.

Incercările mecanice se pot executa după 1, 3, 7 și 28 zile sau după 3, 7, 28 și 90 zile.



Masa de șoc pentru compactarea mortarelor plastice tip TONINDUSTRIE.

Fig. 50.

Incercarea la tracțiune din încovoiere.

Aparatură.

Aparat tip Frühling-Michaelis cu dispozitiv special pentru fixarea epruvetelor în formă de prismă (fig. 45).

Efectuarea determinării

Se face în același mod ca la metoda conform STAS 5165-56.

Rezistența de rupere la tracțiune din încovoiere, în final, este dată de aceeași relație:

$$\sigma_{ti} = 11,7\ G,\ kgf/cm^2$$

în care:

G = greutatea alicelor, în kgf

Incercarea la compresiune.

Aparatură.

- Presa hidraulică cu capacitatea de 2o tone sarcină maximă, care permite o creştere uniformă a forţei de compresiune cu lo-2o kgf/cm^2.sec.

Efectuarea determinării

Se face în acelaşi mod ca la metoda conform STAS 5156-56.

In final, rezistenţa la compresiune este dată de relaţia:

$$\sigma_c = \frac{G}{16} \text{ kgf/cm}^2$$

în care:

G - forţa maximă de rupere, în kgf.

Rezultatele practice obţinute în urma încercărilor fizico-mecanice efectuate în laborator asupra cimentului se trec într-un tabel de forma tabelului nr. 21.

Tabelul 21.

Incercări fizico-mecanice la ciment conform STAS 227-49

Nr. det.	Incercări fizice									Incercări mecanice												
	Finețea de măcinare %		Apa de amestecare $\frac{V}{300} \cdot 100$ ml/100 g	Priza (ore și sferturi de oră)			Constanta de volum			Pe mortare normale vîrtoase						Pe mortare normale plastice					
										Rezistența la compresiune Kgf/cm²			Rezistența la tracțiune Kgf/cm²			Rezistența la tracțiune din încovoiere Kgf/cm²			Rezistența la compresiune Kgf/cm².		
	Rest pe sita nr. 0,20	Rest pe sita nr 0,09		Început	Sfîrșit	Durata	Metoda turtelor	Metoda acelor Le Chatelier	Metoda autoclavizării.	după 3 zile	după 7 zile	după 28 zile	după 3 zile	după 7 zile	după 28 zile	după 3 zile	după 7 zile	după 28 zile	după 3 zile	după 7 zile	după 28 zile.
Media																					

BIBLIOGRAFIE

1. S.C.BLUNT, A.CLEVELAND – Laboratory Work for Students of Construction.
2. ÉMILE OLIVIER – Technologie des matériaux de construction – tome 1.
3. M.DURIEZ, J.ARRAMBIDE – Nouveau traité de matériaux des construction – vol.1.
4. KARL WINNACKER ET LÉOPOLD KÜCHLER – Technologie minérale – (p.111).
5. AL. STEOPOE – Indrumătorul pentru laboratorul de betoane al şantierului.
6. Ing. ION N.IONESCU – Metode de determinare a rezistenţei cimenturilor pe mortare plastice.
7. STAS 6232-60 – Lianţi hidraulici – Cimenturi. Terminologie şi clasificare.
8. STAS 3-56 – Nisip normal pentru încercarea lianţilor hidraulici.
9. STAS 388-49 – Ciment Portland
10. STAS 2832-51 – Ciment Portland. Determinarea constantei de volum prin metoda autoclavei.
11. STAS R 4223-53 – Ciment Portland. Determinarea suprafeţei specifice prin metoda fluometrului.
12. STAS 227-49 – Ciment Portland-Incercări fizice şi mecanice.
13. STAS 5156-56 – Cimenturi-Determinarea rezistenţelor mecanice pe mortare plastice.
14. STAS 7055-64 – Ciment alb.

Partea II

Capitolul V

PIATRA NATURALĂ PENTRU CONSTRUCŢII

A. GENERALITĂŢI.

Piatra este un material natural care şi-a găsit utilizări pe scară foarte mare încă din cele mai vechi timpuri, obţinîndu-se din exploatarea zăcămintelor de roci aflate la suprafaţa scoarţei pămîntului numită litosferă (litos-piatră). Piatra naturală folosită ca material de construcţie, provine din roci fără nici o prelucrare, sau numai printr-o prelucrare mecanică (despicare, tăiere cu fierăstrăul, cioplire, şlefuire, lustruire) operaţii care nu schimbă însuşirile rocii; ea poate fi utilizată nu numai ca material de construcţie ci şi ca materie primă pentru fabricarea lianţilor minerali.

Piatra naturală prezintă o serie de calităţi: rezistenţă mare la compresiune, la uzură, la acţiunea agenţilor externi, la acţiunea focului şi a microorganismelor.

Inconvenientul pietrei naturale este că transportul se efectuează în condiţii anevoiase fiind un material greu, ceea ce impune constructorului să aleagă cariera cea mai apropiată de locul de execuţie a lucrării.

Clasificarea pietrei pentru construcţii.

Clasificarea după natura rocilor din care provine:

- roci magmatice;
- roci sedimentare;
- roci metamorfice.

Clasificarea după proprietăţile fizico-mecanice.

După densitatea aparentă (ρ_a)

- cu $\rho_a < 1800$ kg/m^3
- cu $\rho_a > 1800$ kg/m^3

După porozitate:

- piatră cu pori microscopici (invizibili cu ochiul liber);
- piatră cu pori fini, cu diametrul 0,2-0,7 mm;
- piatră cu goluri mijlocii, cu diametrul 0,7-2 mm;
- piatră cu goluri mari, cu diametrul 2 - 5 mm;
- piatră spongioasă, cu goluri cu diametrul 5-15 mm;
- piatră cavernoasă, cu goluri cu diametrul 15-40 mm.

După rezistenţa la compresiune:

- piatră cu rezistenţă mică 10-50 kgf/cm^2;
(roci uşoare: calcare cochilifere poroase etc.);
- piatră cu rezistenţă medie 50-150 kgf/cm^2 (calcare cochilifere compacte, tufuri vulcanice, gresii slabe etc.);
- piatră cu rezistenţă mare 150-1000 kgf/cm^2 şi > 1000 kgf/cm^2 (calcare compacte, gresii etc.).

Clasificarea după rezistenţa la uzură:

- pietre cu rezistenţă mare la uzură, care la încercare cu maşina Dorry au pierderi în greutate < 20 g.
- pietre cu rezistenţă mică la uzură la care pierderile sînt > 20 g.

Clasificarea după rezistenţa la îngheţ-dezgheţ:

- pietre negelive - după 25 cicluri - nu prezintă deteriorări, iar pierderile în greutate sînt < 5% şi pierderile de rezistenţă la compresiune faţă de probele nesupuse la gelevitate sînt mai mici sau egale cu 25 %.

Clasificare după rezistenţa la înmuiere:

- pietre rezistente la înmuiere la care coeficientul de înmuiere $< 2o$ %;
- pietre cu rezistenţe reduse la înmuiere la care coeficientul de înmuiere $> 2o$ %.

Clasificarea pietrelor naturale după coeficientul de conductivitate termică şi densitate aparentă:

- pietre cu conductivitate mare cu un coeficient de de conductivitate 1,8o-2,5o kcal/m.h.grad şi densitate aparentă peste 22oo kg/m^3;
- pietre cu conductivitate medie cu un coeficient de conductivitate de 1,oo-1,8o kcal/m.h.grad şi densitate aparentă de 17oo - 22oo kg/m^3;
- pietre cu conductivitate mică cu un coeficient de conductivitate de o,45-1,oo kcal/m.h.grad şi densitate aparentă de 12oo - 17oc kg/m^3.

Clasificarea pietrelor naturale după rezistenţa la foc:

- pietre rezistente la foc, care nu crapă, nu se descompun şi nu suferă nici un fel de degradări la temperaturi sub looo°C;
- pietre nerezistente la foc, care crapă, se descompun şi se degradează la temperaturi sub looo°C.

Clasificarea după rezistenţa la agenţii chimici externi:

- pietre cu rezistenţă mare la agenţii chimici externi care expuse într-un mediu agresiv (fumul, vaporii acizi de la industrii, mediul salin al mării etc.), nu prezintă urme vizibile de alterare, pierdere din greutate, sau modificarea culorii sau lustrului;
- pietre cu rezistenţă mică la agenţii chimici externi care faţă de agenţii chimici mai sus indicaţi prezintă urme vizibile de alterare.

<u>Clasificarea după prof. Savarenski.</u>

Criteriile sînt:

- după comportarea la apă;
- după rezistenţa electrică;

- după viteza de propagare a undelor electrice;
- după rezistenţa la compresiune (σ_c) şi coeficientul de tărie (f).

Clasificarea după domeniul de utilizare.

- piatră pentru construcţii sub apă;
- piatră pentru construcţii subterane;
- piatră pentru construcţii la suprafaţă;
- piatră pentru decoraţii interioare;
- piatră pentru pavaje.

Clasificarea dată de Comitetul Geologic, care împarte piatra în 6 categorii:

I - piatră foarte moale;
II - piatră moale;
III - piatră semitare;
IV - piatră tare;
V - piatră foarte tare;
VI - piatră extratare.

La fiecare categorie sînt indicate rocile care aparţin şi vîrsta lor.

SCHEMA TUTUROR PIETRELOR DE CONSTRUCŢII.

Pietre de origine magmatică.

Plutonite	Vulcanite vechi	Vulcanite noi
1. Granite	1. Cuarţ porfire	1. Liparite (Riolite)
2. Sienite	2. Porfire	2. Trahite
3. Diorite	3. Porfirite	3. Andezite
4. Gabro	4. Diabaze Melafire	4. Bazalte.

Pietre de origine sedimentară.

Grohotiş	Lut:	Dolomite
Gruss	Breccii	Calcare- Marne
Nisip de rîu	Conglomerate	Tufuri vulanice
Nisip de carieră	Tufuri calcaroase	Dolomite
Argile	Grezii	

Pietre de origine metamorfică.

Gnaise
Micaşisturi
Amfibolite
Marmoră

Luarea probelor şi confecţionarea secţiunilor subţiri şi a epruvetelor.

Cercetarea zăcămintelor de roci de construcţie constă din cartarea geologică, care necesită colectarea de eşantioane, precum şi din cercetarea geologică tehnică care necesită luarea de probe.

Eşantioanele se colectează din toate tipurile de roci întîlnite în perimetrul cartat, atît în stare alterată cît şi nealterată. Pe eşantioane, în spărtură proaspătă, se determină natura petrografică, iar pe secţiunile subţiri confecţionate din eşantioane se determină natura mineralogică.

Probele se iau din rocile ce urmează a fi exploatate şi servesc la confecţionarea epruvetelor necesare efectuării determinărilor şi încercărilor fizice, mecanice şi tehnologice, în vederea stabilirii calităţilor care le fac apte pentru diverse utilizări ca piatră de construcţie.

Luarea eşantioanelor şi probelor precum şi efectuarea încercărilor este obligatorie înainte de a începe exploatarea unui zăcămînt.

Luarea eşantioanelor şi a probelor.

Eşantioanele se colectează cu ciocanul dîndu-li-se forme cît mai regulate posibil, căutînd a realiza cel puţin o faţă plană de circa 100 cm^2.

Colectarea eşantioanelor se face proporţional din toate tipurile de roci întîlnite în zăcămîntul respectiv.

Numărul de eşanticane se stabileşte şi se colectează de geolog, cu ocazia cercetărilor efectuate, sau sub directa sa supraveghere.

Probele trebuie luate în condiţii care să nu le modifice proprietăţile fizice, mecanice sau tehnologice. Ele se extrag

prin tăiere cu scule manuale, direct din zăcămînt, sau prin desprinderea din blocurile extrase fără explozivi. Probele vor fi tăiate pe loc, în forme paralelipipedice, eliminîndu-se porţiunile alterate sau cu defecte vizibile.

In cazul rocilor cu stratificaţie sau şistuozitate evidentă, probele vor avea două feţe paralele cu planul de stratificaţie, respectiv de şistuozitate, marcîndu-se pe faţa superioară direcţia şi înclinarea stratului. Probele fără stratificaţie sau şistuozitate vor avea două feţe paralele cu suprafaţa orizontală a treptelor de exploatare. Faţa superioară a probei va fi marcată printr-un cerc cu diametrul de circa 5 cm.

Paralel cu probele destinate încercărilor de laborator, se vor mai lua:

- o probă etalon;
- probe martor.

Proba etalon şi probele martor se păstrează la sediul întreprinderii producătoare, urmînd a se folosi la repetarea determinărilor şi încercărilor ale căror rezultate sînt contestate.

Marcare şi expediere.

Eşantioanele şi probele se numerotează cu vopsea rezistentă la apă, iar punctele din care s-au luat se notează pe hărţi sau planuri de situaţie, cu numerele de ordine respective.

Pe baza acestor date se întocmeşte şi se trimite laboratorului care efectuează încercările, un borderou, în care se va menţiona pentru fiecare eşantion sau probă:

- numărul de ordine,
- roca,
- data luării probei,
- numele celor care au luat proba.

După sosirea la laborator, eşantioanele şi probele sînt confruntate cu borderoul şi examinate, pentru a se consemna eventualele deteriorări suferite în timpul transportului.

Confecţionarea secţiunilor subţiri şi a epruvetelor.

Confecţionarea secţiunilor subţiri se realizează prin şlefuirea bucăţilor de rocă pe discuri folosind praf de carborundum din ce în ce mai fin, pînă se obţin secţiuni cu grosimea de o,o2 - o,o4 mm.

Epruvetele se confecţionează din blocuri de piatră tăiate la gater sub formă de plăci şi fracţionarea acestora la circular de unde apoi sînt trecute la polizor pentru a fi şlefuite.

B. UTILIZĂRILE PIETREI NATURALE DE CONSTRUCŢII.

Piatra naturală de construcţii se foloseşte sub diferite forme: brută, fasonată şi spartă.

Piatra brută sub formă de bolovani se întrebuinţează la executarea zidăriei de dimensiuni mari, de exemplu: ziduri de sprijin pentru împiedicarea alunecărilor de teren, zidurile taluzurilor, fundaţiile şi soclurile construcţiilor industriale importante.

Piatra fasonată se poate folosi sub formă de moloane, piatră de talie, plăci de piatră, pavele, calîpuri şi borduri.

Moloanele se folosesc în lucrările de zidărie masivă. In acest scop ele sînt fasonate numai pe faţa văzută, iar feţele adiacente sînt fasonate pe o lungime de cîţiva centimetri.

Piatra de talie o formează blocurile de piatră tăiate sau cioplite pînă ce capătă o formă geometrică regulată. Este folosită la zidăria construcţiilor importante.

Plăcile de piatră rezultă prin tăierea blocurilor de piatră cu gaterul de piatră şi sînt folosite la căptuşirea zidăriei de cărămidă şi uneori la pavarea trotuarelor. Ele pot fi înfrumuseţate prin şlefuire şi lustruire sau prin baciardare.

Pavelele sînt de anumite dimensiuni şi se folosesc la pavarea şoselelor.

Calîpurile au forma cubică şi se folosesc tot la pavarea şoselelor.

Bordurile sînt de diferite dimensiuni şi se utilizează la încadrarea trotuarelor şi a îmbrăcăminţilor rutiere. Azi se înlocuiesc treptat cu prefabricate din beton.

Piatra spartă se foloseşte la alcătuirea betoanelor.

Piatra naturală se va întrebuinţa în construcţii în funcţie de calitatea ei şi de scopul cerut.

Pentru ziduri de fundaţie, de pivniţe şi subsoluri se întrebuinţează granite, sienite, diorite, diabaze, fenolite, bazalte şi cuarţite. Toate aceste pietre vor trebui să reziste bine în mediu umed.

Pentru ziduri în mediu uscat se pot întrebuinţa şi pietre poroase ca: gresii, calcare, travertinuri , porfire, trahite.

Pentru ornamentaţii interioare se folosesc: granit,sienit cu labrador, sialit, porfire, marmoră, calcar, travertin, diabaze, serpentine, şi alabastru.

Pentru ornamentaţii exterioare se întrebuinţează:granit, sienit, labrador, diorit, porfir, marmoră dură, calcar şi travertin.

Dalele de pardoseală se confecţionează din ardezii,cloritoşisturi, micaşisturi şi gresii compacte.

Pentru construcţiile sub apă se folosesc granite, sienite, diorite, porfire, bazalte, cuarţite sau gnaise compacte. Pentru cheiuri şi taluzuri se preferă bazaltul.

Pavelele se confecţionează din granit, sienit, gabrodiorit, diabaz, porfir, lavă bazaltică şi calcare dure.

Macadamul pentru căile ferate se confecţionează din: cuarţite, sienite, diorite, bazalte, cuarţ şi porfire.

C. <u>ÎNCERCĂRI LA PIATRA NATURALĂ</u>.

In scopul întrebuinţării pietrei naturale în construcţii STAS-urile (6199; 6201; 6202 din 1960) prevăd la piatra naturală următoarele determinări:

- determinări petrografice şi mineralogice;
- determinări fizice;
- încercări mecanice.

Determinarea naturii petrografice şi mineralogice.

Examenul petrografic se efectuează pe eşantioane, cu ochiul liber şi cu lupa. Aceste determinări conduc la stabilirea următoarelor caracteristici:

- natura petrografică: eruptivă, metamorfică sau sedimentară.
- spărtura: regulată, neregulată, aşchioasă etc.
- culoarea
- luciul pentru rocile monominerale care poate fi: gras, sticlos, sidefos, mătăsos etc.
- ţextura: compactă, poroasă, alveolară, şistoasă, masivă, fluidală.

Determinările mineralogice se execută cu ajutorul microscopului pe secţiuni subţiri. Aceste determinări conduc la stabilirea structurii şi caracteristicilor componenţilor mineralogici.

Structura este determinată de gradul de cristalinitate al rocii:

- la rocile eruptive: holocristalină, sticloasă, panidiamorfă, poikilică, porfirică etc.
- la rocile sedimentare: pelitică, psamitică, psefitică etc.
- la rocile metamorfice: granoblastică, nematoblastică.

Pentru stabilirea componenţilor mineralogici se vor determina:

- caracteristicile componenţilor,
- proprietăţi fizice: macle şi clivaj, grad de alterare, incluziuni;
- proprietăţi optice: relief, culoare, policroism, unghi de extracţie.

Dăm în continuare cîteva fotografii, care reprezintă o serie de roci văzute la microscop.

Fig.51. Alabastrul văzut la microscop în lumină polarizată apare sub forma unei aglomerări de cristali fini, orientaţi

Fig.52. Anhidritul văzut la microscop apare alcătuit din cristali de sulfat de calciu, mai mari decît cristalii de alabastru

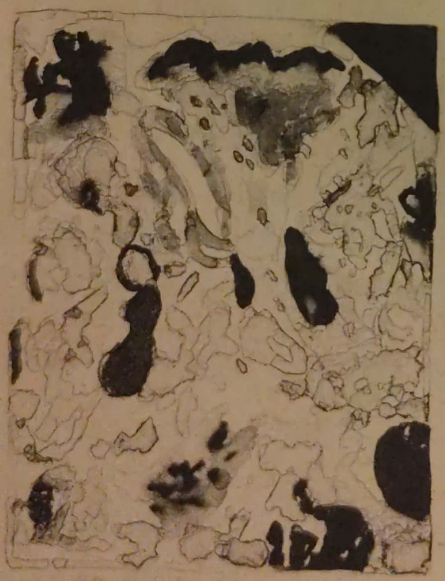


Fig. 53. Calcarele bogate în fosile, sînt constituite din oolite pe nuclee de cuarţ, mai rar pe feldspat. Intre oolite apar şi granule de cuarţ. Calcarele oolitice conţin numeroase fosile

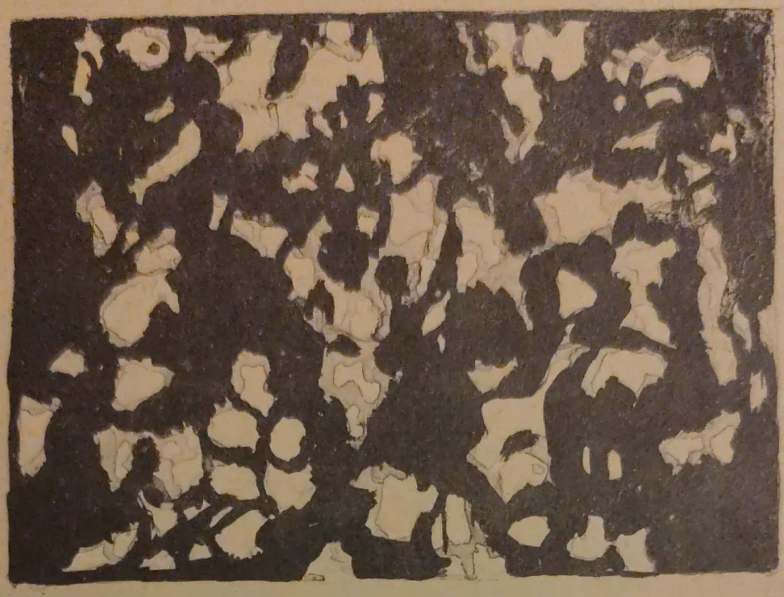


Fig. 54. Gresia calcaroasă dură văzută la microscop apare constituită în majoritate din granule de cuarț. Frecvente sînt și granule de cuarț alterat. Mai rar apar baghete de muscovit. Liantul este calcita în care sînt prinse sfărîmături de alte minerale. Apar urme de fosile

Fig.55. Conglomerate cu scoici mari văzute la microscop, apar asemănătoare cu microconglomeratele, cu deosebirea că majoritatea granulelor au dimensiuni mai mari și sînt mai bogate în fosile

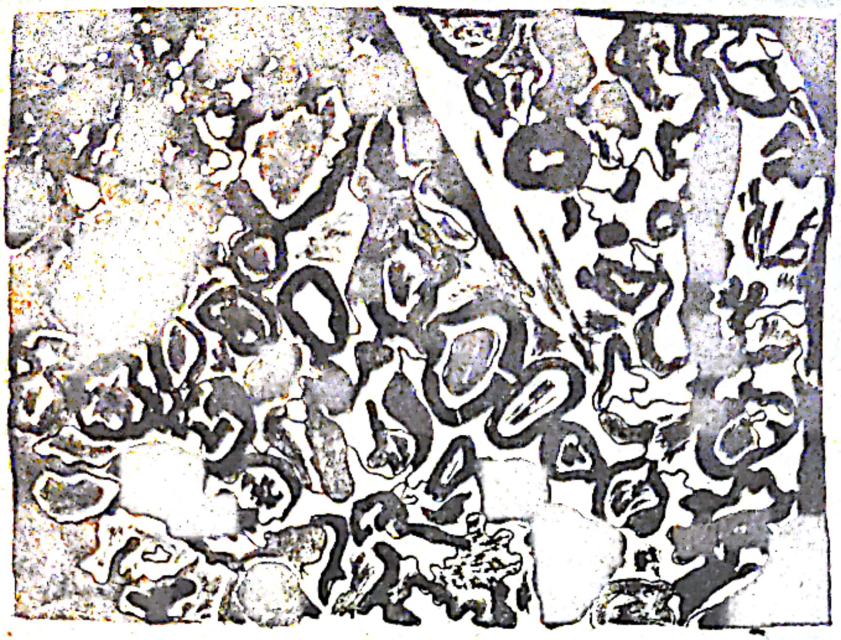


Fig. 56. Microconglomeratele calcaroase văzute la microscop, apar în majoritate oolite la care calcita este depusă concentric fie pe granule (fragmente de gresie) fie pe cristali de feldspat din care unii puternic transformaţi în cuarţ, muscovit etc. Granulele de cuarţ sînt în cantitate redusă. Liantul este calcita

Determinări fizice.

La încercările fizice se prevăd următoarele determinări:

- determinarea densităţii;
- determinarea densităţii aparente;
- determinarea compactităţii;
- determinarea porozităţii totale;
- determinarea higroscopicităţii;
- determinarea absorbţiei de apă şi a porozităţii aparente;
- determinarea cedării apei.

Determinarea densităţii.

Densitatea reprezintă greutatea unităţii de volum real al pietrei şi se notează cu ρ .

Pentru determinarea densităţii piatra trebuie să fie adusă sub formă de pulbere.

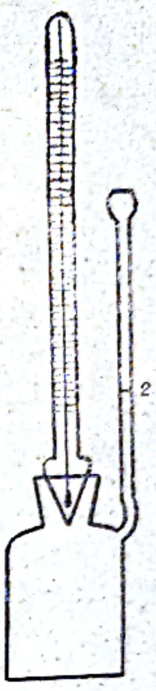


Fig.57.

Aparatură.

- Balanţa analitică.
- Sită din ţesătură de sîrmă nr. o2o(9oo ochiuri/cm^2).
- Etuvă cu temperatură reglabilă.
- Exsicator cu clorură de calciu.
- Picnometru tarat la 2o°C, cu capacitate de 5o sau 1ọo ml, cu dop de sticlă prevăzut cu tub capilar(fig.57).
- Baie de nisip.

Pregătirea determinării.

Din materialul rezultat de la încercările mecanice ale epruvetelor, se ia într-o capsulă o cantitate de circa 6oo g. Materialul se pisează mai întîi în piuliţă de oţel, iar apoi se reduce la jumătate prin metoda sferturilor şi se mojarează în mojarul de agat.

După mojarare, întreaga cantitate de material trebuie să treacă prin sita nr. o2o, apoi se reduce prin metoda sferturilor, reţinîndu-se într-o capsulă de porţelan,circa 15o g.

Capsula cu material se usucă în etuvă la 1o5°C pînă la masă constantă, iar apoi se lasă să se răcească într-un exsicator cu clorură de calciu, pînă la circa 2o°C.

Efectuarea determinării.

Se determină masa picnometrului umplut cu apă distilată pînă la reper,(partea superioară a tubului capilar) (m_1);se goleşte picnometrul de apă, se usucă şi se cîntăreşte la balanţa analitică (m_3).

Se introduc 15-3o g pulbere uscată, în funcţie de capacitatea picnometrului şi se cîntăreşte din nou (m_4).

Diferența dintre m_4 și m_3 reprezintă masa (m) a materialului uscat.

Peste materialul din picnometru se toarnă apă distilată cel mult pînă la jumătate din volumul acestuia. Apoi se așează picnometrul pe baia de nisip și se fierbe 15-2o minute agitînd ușor pentru a îndepărta aerul și pentru a evita lipirea materialului.

După fierbere, se răcește picnometrul circa 3o minute, se umple cu apă și se lasă într-o cameră la temperatura de 2o°C pentru depunerea materialului în suspensie.

După 24 ore se completează apa distilată care s-a evaporat și se pune dopul picnometrului, avînd grijă ca apa să deverseze la partea superioară a tubului capilar și să nu rămînă bule de aer în picnometru.

Se usucă picnometrul la exterior cu hîrtie de filtru, după care i se determină cu balanța analitică masa (m_2).

Densitatea se calculează cu formula:

$$\rho = \frac{m}{(m+m_1) - m_2} \cdot \rho_o \quad g/cm^3$$

în care:

ρ - densitatea materialului în g/cm^3

m- masa materialului uscat luat în determinare, în g.

m_1- masa picnometrului umplut cu apă distilată pînă la reper, în g.

m_2- masa picnometrului cu material și apă distilată, în g.

ρ_o- densitatea apei sau a lichidului folosit, în g/cm^3.

Observații. La rocile pentru care determinarea densității cu ajutorul apei întîmpină greutăți, se va folosi un alt lichid (petrol lampant anhidru, benzină anhidră).

Exemplu de calcul.

1. Să se calculeze densitatea unui calcar poros, știind că greutatea picnometrului gol este de 24,5 g, a picnometrului cu apă 49 g, a picnometrului cu piatră 36,5g iar a picnometrului cu piatră și apă este de 55,8 g.

$m = 36,5 - 24,5 = 12$ g
$m_1 = 49$ g
$m_2 = 55,8$ g

$$\rho = \frac{m}{(m+m_1)-m_2} \quad g/cm^3$$

$$\rho = \frac{12}{(12 + 49) - 55,8} = 2,307 \ g/cm^3$$

2.Să se calculeze densitatea unui calcar ştiind că greutatea picnometrului gol este de 32,5 g, a picnometrului cu apă 79,3 g, a picnometrului cu piatră 43,8 g, iar a picnometrului cu apă şi piatră 84,3 g.

$m = 43,8 - 32,8 = 11$ g
$m_1 = 79,3$ g
$m_2 = 84$ g

$$\rho = \frac{m}{(m+m_1) - m_2} \quad g/cm^3$$

$$\rho = \frac{11,3}{(11,3 + 79,3) - 84} = 1,74 \ g/cm^3$$

Dăm mai jos un tabel (nr.22) cu densitatea la roci de natură diferită.

Tabelul 22

Nr. crt.	Natura pietrei	ρ g/cm^3	Nr. crt.	Natura pietrei	ρ g/cm^3
1	Calcar compact	2,663	7	Microconglomerat	2,685
2	Calcar poros	2,663	8	Microconglomerat cu scoici	3,312
3	Calcar oolitic	2,650	9	Conglomerat mare	2,706
4	Calcar oolitic grezos	2,304	10	Andezit	2,750
5	Gresie calcaroasă dură	2,731	11	Marmură	2,710
6	Microconglomerate dure	2,598			

Din tabelul nr. 22 se vede că marmora, andezitul, gresia sînt pietre cu densitate mare, iar calcarul poros şi cel oolitic au densitatea mică.

Determinarea densităţii aparente.

Densitatea aparentă reprezintă greutatea unităţii de volum aparent.

Prin volum aparent se înţelege volumul real plus volumul porilor din material.

Determinarea densităţii aparente se face pe epruvete în formă de cub sau cilindru.

In lipsa epruvetelor se poate folosi materialul brut.

Aparatură.

- balanţă tehnică, care se poate adapta şi ca balanţă hidrostatică;
- etuvă cu temperatură reglabilă;
- exsicator cu clorură de calciu;
- şubler.

Efectuarea determinărilor.

Epruvetele se usucă la 1o5°C pînă la masă constantă, apoi se introduc într-un exsicator cu clorură de calciu pînă se răcesc la 2o°C.

După răcire se cîntăresc la balanţa tehnică, determinîndu-se masa (m) a epruvetelor.

Volumul aparent al epruvetelor se poate determina prin următoarele metode:

- metoda prin măsurarea directă a dimensiunilor epruvetelor cu şublerul;
- metoda cu balanţa hidrostatică, pe epruvete în stare saturată;
- metoda cu balanţa hidrostatică pe epruvete în stare uscată şi parafinată.

Metoda de determinare a volumului aparent prin măsurarea directă a dimensiunilor epruvetelor.

La epruvetele în formă de cub (fig. 58) se măsoară muchiile - a, b, h.

$Va_{MI} = a.b.h, \quad cm^3$

în care:

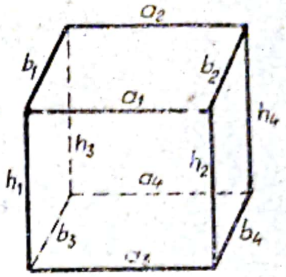


Fig. 58.

- Va_{MI} - volumul aparent a epruvetelor, în cm^3
- $a = \frac{1}{4}(a_1 + a_2 + a_3 + a_4)$ în cm
- $b = \frac{1}{4}(b_1 + b_2 + b_3 + b_4)$ în cm
- $h = \frac{1}{4}(h_1 + h_2 + h_3 + h_4)$ în cm

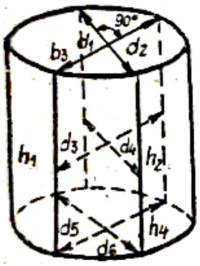


Fig. 59.

La epruvetele în formă de cilindru (fig.59), se măsoară patru înălţimi după două diametre perpendiculare şi şase diametre perpendiculare două cîte două, la nivelul superior, mediu şi inferior.

$$Va_{MII} = \frac{\pi}{4} \quad d^2.h, \quad cm^3$$

unde:

Va_{MII} - volumul aparent al epruvetei, în cm^3

$d = \frac{1}{6}(d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6)$, în cm

$h = \frac{1}{4}(h_1 + h_2 + h_3 + h_4)$, în cm

Metoda de determinare a volumului aparent cu balanţa hidrostatică, pe epruvete în stare saturată.

Epruvetele uscate la care s-a determinat volumul aparent se folosesc la determinarea absorbţiei de apă la presiune normală.

Epruvetele saturate se cîntăresc la balanţa hidrostatică mai întîi în aer (m_1) şi apoi în apă distilată la 20°C (m_2).

$$Vas = \frac{m_1 - m_2}{\rho_o}, \ cm^3$$

unde:

Vas - volumul aparent al epruvetei saturate, în cm^3

m_1 - masa epruvetei în aer, în g

m_2 - masa epruvetei în apă distilată, în g

ρ_o - densitatea apei distilate, în g/cm^3

Această metodă se poate aplica şi la materialul brut.

Metoda de determinarea volumului aparent cu balanţa hidrostatică, pe epruvete în stare uscată şi parafinată.

Metoda se aplică în cazul recilor cu porozitate mare sau cu goluri interioare.

Epruvetele uscate cărora li s-a determinat volumul aparent prin metoda măsurării directe a diametrelor, se parafinează astfel: se introduc în parafină topită, timp de o secundă, după care se ţin în aer pînă se întăreşte învelişul de parafină. Operaţia se repetă de 2-3 ori, cu durată sporită, pentru a se realiza un strat de parafină de aproximativ 1 mm grosime. Dacă se constată bule de aer în stratul de parafină, acestea se sparg şi se închid găurile prin netezire cu un ac încălzit.

După parafinare se determină cu balanţa hidrostatică în aer masa m_1 şi în apă distilată la 20°C, masa m_2.

$$Vap = \frac{m_1 - m_2}{\rho_o} - \frac{m_1 - m_2}{\rho_p} \ cm^3$$

unde:

Vap - volumul aparent al epruvetei, în cm^3

m_1 - masa epruvetei parafinate, determinată cu balanţa hidrostatică în aer, în g.

m_2 - masa epruvetei parafinate, determinată în apă cu balanţa hidrostatică, în g.

m - masa epruvetei uscate, în g

ρ_o - densitatea apei distilate, în g/cm^3

ρ_p - densitatea parafinei folosite, în g/cm^3

Exemplu de calcul.

Să se calculeze densitatea aparentă (ρ_a) la un cub de piatră cu latura de 5 cm, a cărui greutate este de 333,3 g.

$$\rho_a = \frac{G}{V_a} \quad g/cm^3$$

$$\rho_a = \frac{333,3}{125} = 2,66 \ g/cm^3$$

Să se calculeze densitatea aparentă a unei epruvete de piatră în formă de cilindru a cărui diametru şi înălţime medie este de 5 cm, iar greutatea de 58o,4 g.

$$\rho_a = \frac{G}{Va_{MII}} = \frac{G}{\frac{\pi}{4} d^2 h} \quad g/cm^3$$

$$\rho_a = \frac{58o,4}{\frac{3,14}{4} \cdot 5^2 \cdot 5} = 1,476 \ g/cm^3$$

Dăm mai jos un tabel (nr.23) cu densitatea aparentă la diverse roci.

Tabelul 23

Nr. crt.	Natura pietrei	ρ_a g/cm^3	Nr. crt.	Natura pietrei	ρ_o g/cm^3
1	Calcar compact	2;58o	7	Microconglomerat	2.54o
2	Calcar poros	2.4o5	8	Microconglomerat cu scoici	2;43o
3	Calcar oolitic	1;944	9	Conglomerat mare	2;12o
4	Calcar oolitic grezos	2;38o	lo	Andezit	2;23o
5	gresie calcaroasă dură	2;37o	11	Marmoră	2.69o
6	Microconglomerate dure	2.67o			

Din tabelul 23 se observă: calcarul oolitic are densitatea aparentă cea mai mică, iar marmora are densitatea aparentă cea mai mare.

Determinarea compactității.

Cu cît o piatră va avea mai puține goluri cu atît ea va fi mai compactă. Compactitatea este dată de relația:

$$C = \frac{V}{Va} \cdot 100\ \%$$

în care:

C - compactitatea, exprimată în procente

V - volumul real ocupat de scheletul solid al rocii, în cm^3.

Va - volumul aparent al rocii, în cm^3.

Se mai poate calcula compactitatea cu relația:

$$C = \frac{\rho_a}{\rho} \cdot 100\ \%$$

în care:

ρ_a - densitatea aparentă a rocii, în g/cm^3

ρ - densitatea rocii, în g/cm^3

Deoarece compactitatea la majoritatea pietrelor este mai mică decît unitatea, ar urma să fie exprimată printr-o fracțiune zecimală. S-a convenit a se înmulți rezultatul cu 100, pentru a se exprima în numere întregi.

Compactitatea pietrelor de construcție utilizate în regim umed (apă) trebuie să fie de minimum 95 %, iar a pietrelor întrebuințate în regim uscat (în aer) de minimum 85 %.

Exemplu de calcul.

Să se calculeze compactitatea la o epruvetă din piatră a cărei densitate aparentă este de 1,959 g/cm^3 și densitatea de 2,307 g/cm^3.

$$C\ \% = \frac{\rho_a}{\rho} \cdot 100\ \%$$

$$C\ \% = \frac{1,959}{2,307} \cdot 100 = 84\ \%$$

Să se calculeze compactitatea la o piatră a cărei densitate aparentă este de 2,351 g/cm^3, iar densitatea este de 2,443 g/cm^3.

$$C\ \% = \frac{\rho_a}{\rho} \cdot 100\ \%$$

$$C\ \% = \frac{2,351}{2,443} \cdot 100 = 97\ \%$$

Determinarea porozității totale.

Prin porozitate se înțelege totalitatea porilor mari și mici din unitatea de volum. Ea este dată de relația:

$$n = \frac{V_1}{Va} \cdot 100\ \%$$

în care:

n - porozitatea totală, în procente.

V_1 - volumul porilor sau golurilor din masa rocii, în cm^3

V_a - volumul aparent al rocii, în cm^3

Porozitatea se mai poate calcula și cu una din formulele:

$$n = 100 - C = \left(1 - \frac{\rho_a}{\rho}\right) \cdot 100\ \%$$

în care:

n - porozitatea totală, în procente.

C - compactitatea, în procente.

ρ_a - densitatea aparentă a rocii, în g/cm^3

ρ - densitatea rocii, în g/cm^3

Exemple de calcul.

Să se determine porozitatea totală a unei pietre, a cărei compactitate este de 85,48 %.

$$n = 100 - C = 100 - 85,48 = 14,52\ \%$$

Dăm mai jos un tabel (nr. 24) care curpinde rezultatele cîtorva roci în ce privește compactitatea și porozitatea totală a lor.

Tabelul 24

Nr crt	Natura pietrei	Compactitatea C%	Porozitate totală n%	Nr. crt.	Natura pietrei	Compactitatea C%	Porozitate totală n%
1	Calcar compact	96.o	4.o	7	Microconglomerat	94.5	5.5
2	Calcar poros	9o.3	9.7	8	Microconglomerat cu scoici	73.o	27.o
3	Calcar oolitic	78.o	22.o	9	Cpnglomerat mare	79.o	21.o
4	Calcar oolitic grezos	98.o	2.o	1o	Andezit	8o.o	2o.o
5	Gresie calcaroasă dură	94.o	6.o	11	Marmoră	98.7	1.3
6	Microconglomerate dure	75.o	25.o				

Din datele tabelului nr. 24 rezultă că porozitatea totală, cea mai mare o are calcarul poros, iar cea mai mică marmora.

Determinarea higroscopicității.

Proprietatea pe care o au pietrele de a absorbi apă fără a fi introduse complet în ea, poartă denumirea de higroscopicitate,

Pietrele cu pori mari și goluri nu sînt higroscopice, dar sînt permeabile și invers, pietrele cu pori mici sînt puțin permiabile pentru apă, dar sînt higroscopice.

Efectuarea determinării.

Epruvetele sub formă de cub cu latura de 5 cm se usucă în etuvă la o temperatură de 1o5°C pînă la masă constantă(m). După răcirea epruvetei în exsicator, se cîntărește și apoi se pune într-o cutie pe un grătar.

In cutie se pune apă, astfel încît epruveta să fie scufundată numai 5 mm din înălțimea ei în apă.

Se lasă epruveta timp de 3o secunde în cutie, apoi se scoate, se şterge cu o cîrpă umedă şi se cîntăreşte din nou determinîndu-se masa (m_1').

$$H = \frac{m_1' - m}{m} \cdot 100\ \%$$

în care:

H - higroscopicitatea, în procente.

m_1' - greutatea cubului umed după determinare, în g.

m - greutatea cubului uscat, în g.

Exemplu de calcul.

Să se calculeze higroscopicitatea unui cub de piatră a cărui greutate în stare uscată este de 293,8 g, iar în stare umedă este de 294,7 g

$$H = \frac{m_1' - m}{m} \cdot 100\ \%$$

$$H = \frac{294,7 - 293,8}{293,8} \cdot 100 = 0,3\ \%$$

Să se calculeze higroscopicitatea unui cub de piatră, a cărui greutate în stare uscată este de 256,3 g, iar în stare umedă de 27o,6 g

$$H = \frac{m_1' - m}{m} \cdot 100\ \%$$

$$H = \frac{27o,6 - 256,3}{256,3} = 5,5\ \%$$

Dăm mai jos un tabel(nr. 25)cu valori pentru higroscopicitate la diverse roci.

Tabelul 25

Nr crt.	Natura pietrei	Higroscopicitate H%	Nr. crt.	Natura pietrei	Higroscopicitate H%
1.	Calcar compact	1,54	7	Microconglomerate	0.90
2	Calcar poros	2.51	8	Microconglomerate cu scoici	0.60
3	Calcar oolitic	16.40	9	Conglomerat mare	0.58
4	Calcar oolitic grezos	8,60	10	Andezit	-
5	Gresie calcaroasă dură	0.37	11	Marmoră	-
6	Microconglomerate dure	0.40			

Din tabelul nr. 25 se observă că higroscopicitatea cea mai mare o are calcarul oolitic. Marmora şi andezitul nu absorb apă prin higroscopicitate deoarece au compactitate foarte mare.

Determinarea absorbţiei de apă şi a porozităţii aparente.

Absorbţia reprezintă cantitatea de apă reţinută de piatră atunci cînd aceasta este introdusă complet în apă.

Determinarea absorbţiei de apă şi a porozităţii aparente se face pe epruvete destinate încercărilor de rupere la compresiune, în stare saturată şi după îngheţ-dezgheţ.

Aparatura.

- balanţă tehnică adaptată şi ca balanţă hidrostatică;
- etuvă cu temperatură reglabilă;
- instalaţie de vaçuum;
- presă hidraulică.

Efectuarea determinării.

Epruvetele pentru încercări se usucă în etuvă la 105°C pînă la masă constantă, determinîndu-se masa (m), în grame.

Masele (m_1) ale epruvetelor saturate cu apă distilată se determină în următoarele condiţii:

- la presiune normală (m_1).
- la presiune de 2o mm coloană de mercur (m_2)
- la fierbere (m_3)
- la presiunea de 15o kgf/cm^2 (m_4)

Determinarea masei (m_1) a epruvetelor saturate cu apă la presiune normală.

Epruvetele uscate se introduc în apă distilată într-o tavă (fig. 6o) la 1/4 din înălţimea lor şi se menţin două ore la acest nivel. Apoi se adaugă apă distilată pînă la 1/2 din înălţimea epruvetelor şi se menţin 2 ore după care timp se ridică nivelul apei pînă la 3/4 din înălţimea epruvetelor lăsîndu-se astfel 24 ore. Se acoperă apoi epruvetele complet cu apă distilată.

După 24 ore se scot, se şterg cu un burete sau cu o bucată de pînză udată şi bine stoarsă şi se cîntăresc.

Se introduc epruvetele în tavă şi se acoperă complet cu apă distilată, iar din 24 în 24 ore se scot şi se recîntăresc.

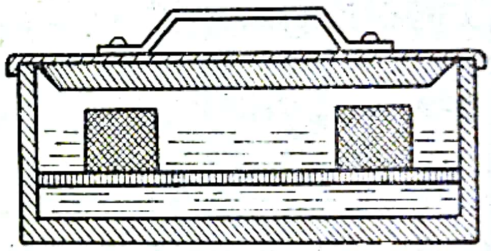


Fig. 6o.

Operaţia se repetă pînă la masă constantă (m_1).

Determinarea masei (m_2) a epruvetelor saturate cu apă la presiunea de 2o mm coloană de mercur.

Epruvetele uscate se introduc în tava cu apă distilată ataşată la instalaţia de vacuum şi se rarefiază aerul pînă la presiunea de 2o mm coloană de mercur. Presiunea scăzută se menţine pînă încetează degajarea bulelor de aer, Se lasă apoi epruvetele sub apă, la presiunea normală, timp de 2 ore.

Epruvetele se scot, se şterg cu un burete sau cu o bucată de pînză udată şi bine stoarsă, după care se cîntăresc.

Operaţia se repetă pînă la masă constantă (m_2).

Determinarea masei m_3 a epruvetelor saturate cu apă la fierbere.

Epruvetele uscate se introduc în apă distilată la presiune normală în 4 etape: 3 etape a cîte 2 ore, iar în ultima etapă sînt menţinute timp de 24 ore. In acelaşi vas se fierb apoi epruvetele timp de 3 ore, avînd grijă să se păstreze nivelul apei constant. După răcire se scot epruvetele, se şterg cu un burete sau cu o bucată de pînză udată bine şi stoarsă, după care se cîntăresc.

Operaţia de fierbere se repetă pînă la masă constantă (m_3).

Determinarea masei (m_4) a epruvetelor saturate cu apă la presiunea de 15o kgf/cm^2.

Epruvetele uscate se supun operaţiilor descrise anterior cu deosebirea că după ce se lasă 2 ore în apă distilată la presiune normală sînt menţinute timp de 24 ore la presiunea de 15o kgf/cm^2, în recipientul presei hidraulice. Se scot apoi epruvetele, se şterg cu un burete sau cu o bucată de pînză udată şi bine stoarsă şi se cîntăresc. Ţinerea epruvetelor timp de 24 ore la presiune de 15o kgf/cm^2 se repetă pînă la masă constantă (m_4).

Absorbţia de apă a unei epruvete se calculează cu formula:

$$a_i = \frac{m_i - m}{m} \cdot 100\ \%$$

în care:

a_i - absorbţia de apă, în procente.

m - masa epruvetei uscate, în g

m_i - masa epruvetei saturate în condiţiile specifice modului de umezire respectiv, (m_1, m_2, m_3, m_4), în g.

In funcţie de modul de umezire se obţine:

a_1 - absorbţia de apă la presiune normală, %

a_2 - absorbţia de apă la presiunea de 2o mm coloană de mercur, %

a_3 - absorbţia de apă la fierbere, %

a_4 - absorbţia de apă la presiunea de 15o kgf/cm^2, %.

Dacă $a_1 \leqslant 0,5\ \%$ se poate renunța la determinarea celorlalte absorbții.

Dacă $a_1 > 0,5\ \%$ se determină a_4 iar în lipsa aparaturii corespunzătoare a_2, respectiv a_3.

Exemple de calcul.

Să se calculeze absorbția de apă la presiune normală știind că greutatea cubului de piatră este de 330,3 g, iar a aceluiași cub saturat cu apă la presiune normală este de 331,8 g.

$$a_1 = \frac{m_1 - m}{m} \cdot 100\ \%$$

$$a_1 = \frac{331,8 - 330,3}{330,3} \cdot 100 = 0,45\ \%$$

Drept rezultat final pentru fiecare din absorbțiile de apă se consideră media aritmetică a valorilor obținute pe epruvetele respective.

Dăm mai jos un tabel(nr. 26)cu capacitatea de absorbție determinată la presiune normală, la diverse roci.

Tabelul 26

Nr. crt.	Natura pietrei	absorbția de apă la presiune normală a_1 %	Nr. crt.	Natura pietrei	absorbția de apă la presiune normală a_1 %
1	Calcar compact	1182	7	Microconglomerat	1.00
2	Calcar poros	2.66	8	Microconglomerat cu scoici	0.70
3	Calcar oolitic	29.80	9	Conglomerat mare	0.62
4	Calcar oolitic grezos	10.40	10	Andezit	5.50
5	Gresie calacroasă dură	0.65	11	Marmoră	0.30
6	Microconglomerate dure	0.42			

Din tabelul nr. 26 rezultă că cea mai mare capacitate de absorbție o prezintă calcarul oolitic,iar cea mai mică marmora.

Porozitatea aparentă este dată de relaţiile:

$$n_i = \frac{m_i - m}{Va} \cdot 100 = \frac{m_i - m}{m} \rho_a \cdot 100 = a_1 \cdot \rho_a \%$$

în care:

n_i - porozitatea aparentă, în procente.
Va - volumul aparent al epruvetei, în cm^3
ρ_a - densitatea aparentă a epruvetei, în g/cm^3

m, m_i şi a_i - au aceleaşi semnificaţii ca la determinarea precedentă.

In funcţie de modul de umezire se calculează:
n_1 - porozitatea aparentă la presiune normală
n_2 - porozitatea aparentă la presiunea de 20 mm coloană de mercur.
n_3 - porozitatea aparentă la fierbere,
n_4 - porozitatea aparentă la presiune de 150 kgf/cm^2

Exemplu de calcul.

Să se calculeze porozitatea aparentă la o rocă a cărei densitate aparentă este de 2,60 g/cm^3 iar capacitatea de absorbţie la presiune normală este de 0,47 %

$$n_1 = a_1 \cdot \rho_a \%$$

$$n_1 = 0,47 \cdot 2,60 = 1,22 \%$$

Determinarea cedării apei.

Piatra este cu atît mai bună pentru construcţii, cu cît cedează mai repede apa absorbită.

Dacă piatra nu reţine apă, ea nu se va degrada datorită îngheţurilor şi dezgheţurilor repetate, de asemenea nici igrasiile nu se vor mai produce în zidurile clădirilor.

Pentru determinarea cedării de apă, se utilizează epruvetele saturate pe care s-a efectuat absorbţia de apă la presiune normală, sau se saturează cuburi perfect uscate.

Efectuarea determinării.

Se iau două cuburi cu latura de 5 cm şi se usucă în etuvă pînă la greutate constantă. Se saturează cu apă în 4 etape ca la determinarea absorbţiei de apă la presiune normală, determinîndu-se greutatea (m_1). Apoi cuburile se introduc într-un exsicator (fig. 61) care are pe fundul său H_2SO_4 proaspăt şi de concentraţie 98°Be, urmînd ca cuburile să fie cîntărite din 4 în 4 ore pînă la greutate constantă (m).

Timpul în ore necesar uscării epruvetei pînă la greutate constantă, caracterizează capacitatea epruvetei de a ceda apa absorbită.

Relaţia care ne dă cantitatea de apă cedată este:

$$a_1' = \frac{m_1 - m}{m} \cdot 100\ \%$$

în care:

m_1 = masa epruvetelor saturate cu apă la presiunea normală, în g.

m = masa epruvetelor după cedarea apei, în g.

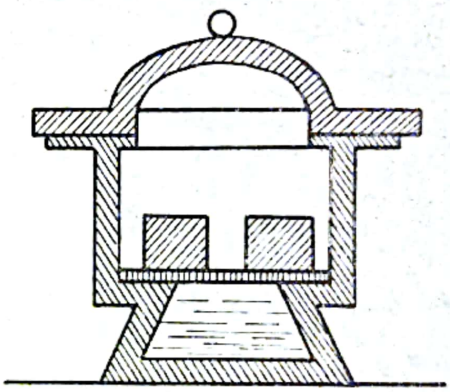


Fig. 61.

Tabelul 27.

Tabel pentru rezultatele densităţilor.

Nr. crt.	P I C N O M E T R U	Densitatea g/cm^3	OBSERVATII
1			
2			
3			
4			
5			
	TOTAL		
	MEDIA ARITMETICA		

Tabelul 28.

Tabel pentru rezultatele densităţii aparente.

Nr. crt.	Epruveta	Densitatea aparentă g/cm³			Observaţii
		Prin măsurarea dimensiunilor epruvetelor ρ_a^{MI}	Cu balanţa hidrostatică pe epruvete în stare saturată ρ_{as}	Cu balanţa hidrostatică pe epruvete în stare uscată şi parafinată ρ_a^P	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
TOTAL					
MEDIA					

Tabelul 29

Tabel pentru rezultatele absorbţiei de apă.

Nr. crt.	Epruveta	Absorbţia de apă la %			
		La presiune normală	La presiunea de 20 mm coloană Hg	Prin fierbere	La presiunea de 150 kgf/cm^2
		a_1	a_2	a_3	a_4
1					
2					
3					
4					
5					
6					
TOTAL					
MEDIA ARITMETICA					

Tabelul 30

Tabel pentru rezultatele porozităţii aparente

Nr. crt.	Epruveta	Porozitatea aparentă în %			
		La presiune normală	La presiune de 20 mm coloană Hg	Prin fierbere	La presiunea de 150 kgf/cm^2
		n_1	n_2	n_3	n_4

Incercări mecanice la piatra fasonată.

La pietrele naturale folosite în construcţii se fac următoarele încercări mecanice:

- Determinarea rezistenţelor la solicitări statice simple:
  - Determinarea rezistenţei la compresiune.
  - Determinarea rezistenţei la tracţiune.
  - Determinarea rezistenţei la tracţiune din încovoiere.
  - Determinarea rezistenţei la forfecare.
- Determinarea rezistenţelor la soliciţări dinamice:
  - Determinarea rezistenţei la şoc.
  - Determinarea rezistenţei la uzură.

Determinarea rezistenţelor de rupere la solicitări statice simple.

Determinarea rezistenţei de rupere la compresiune.

Rezistenţa la compresiune, este rezistenţa pe care o opune un corp unei forţe exterioare çare tinde să-i micşoreze o dimensiune sau întreg volumul său.

Determinarea se face pe epruvete în formă de cub sau cilindru.

Inainte de determinare, se verifică planicitatea feţelor şi perpendicularităţile muchiilor, respectiv paralelismul feţelor opuse, cu ajutorul riglelor de oţel, echerelor de oţel şi al şublerelor.

Ariile secţiunilor transversale ale epruvetelor se calculează pe baza măsurătorilor efectuate la determinarea densităţii aparente.

Aparatură.

Presa hidraulică (fig.62) care este compusă din:

1 - corp de pompă;
2 - piston cilindric;
3 şi 3' - coloane

4 - traversă;
5 - epruvetă;
6 şi 6' - platane;
7 - manometru.

Efectuarea determinării.

Se aşează pe rînd fiecare epruvetă pe placa inferioară a presei (fig.62) astfel ca axa acesteia să coincidă cu axa maşinii. Cu ajutorul unui dispozitiv în formă de calotă sferică se realizează contactul strîns între placa superioară şi epruvetă.

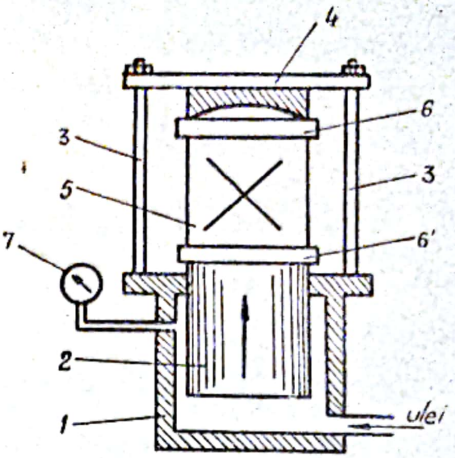


Fig. 62.

Se începe încercarea urmărind cu atenţie ca presa să dezvolte sarcini progresive, crescînd uniform cu 10-15 kgf/cm^2 pe secundă, pînă la rupere.

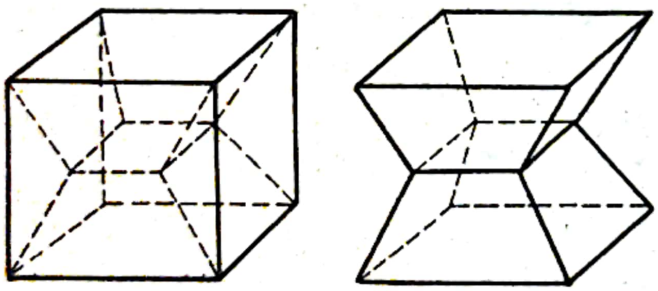


Fig.63

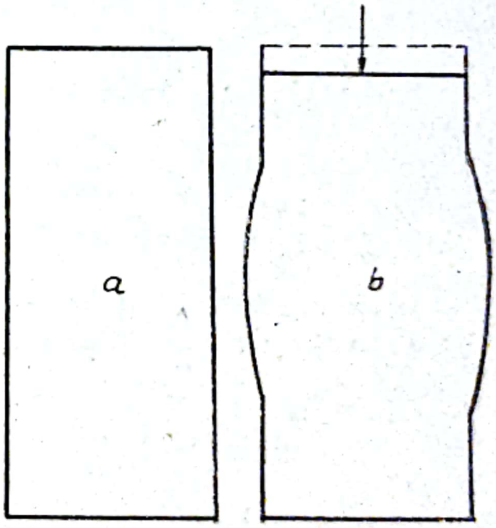


Fig.64.

Ruperea se face la cub ca în fig. 63 iar la cilindru ca în fig. 64.

Se notează diviziunea maximă a cadranului, de la care acul indicator începe să se întoarcă. Sarcina corespunzătoare acestei diviziuni constituie sarcina maximă, N max.

După rupere se examinează epruveta şi se notează observaţiile asupra modului în care s-a produs ruperea.

Rezistenţa de rupere la compresiune a unei epruvete se calculează cu relaţia:

$$\sigma_{rc} = \frac{N_{max}}{A_o} \text{ kgf/cm}^2$$

în care:

σ_{rc} - rezistenţa de rupere la compresiune, în kgf/cm^2

Nmax - sarcina maximă înregistrată la ruperea epruvetei, în kgf/cm^2.

A_o - aria iniţială a secţiunii transversale a epruvetei, în cm^2.

Rezistenţele de rupere la compresiune pentru cele trei stări sînt:

σ_{rcu} - rezistenţa de rupere la compresiune, în stare uscată.

σ_{rcs} - rezistenţa de rupere la compresiune, în stare saturată.

σ_{rcg} - rezistenţa de rupere la compresiune, după îngheţ-dezgheţ.

La rocile cu stratificaţie sau şistuozitate, rezistenţele de rupere în stare uscată, obţinute cu sarcini acţionînd perpendicular pe stratificaţia, respectiv şistuozitate, se vor nota cu σ_{rcu} (⊥).

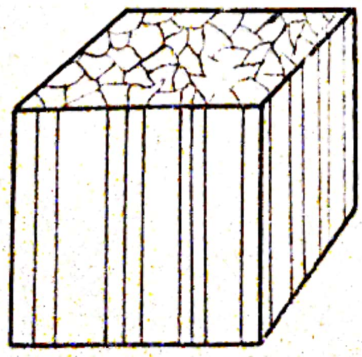


Fig. 65.

In cazul sarcinilor care acţionează paralel se va folosi simbolul σ_{rcu} (II). Figura nr.65 reprezintă stratificaţie într-un cub cu latura de 5 cm.

Exemplu de calcul.

Să se calculeze rezistenţa la compresiune în stare uscată pe un cub cu latura de 5 cm, ştiind că forţa care produce ruperea epruvetei este de 36,2 tone.

$$\sigma_{rcu} = \frac{N_{max}}{A_o} \text{ kgf/cm}^2$$

$$\sigma_{rcu} = \frac{36,200}{25} = 1448 \text{ kgf/cm}^2$$

Să se calculeze rezistenţa de rupere la compresiune în stare saturată pe un cub cu latura de 5 cm, ştiind că forţa care produce ruperea epruvetei este de 15,6 tone.

$$\sigma_{rcs} = \frac{N_{max}}{A_o} \text{ kgf/cm}^2$$

$$\sigma_{rcs} = \frac{16,600}{25} = 632 \text{ kgf/cm}^2$$

După clasificarea dată la pag. 160 piatra are rezistenţă mare la compresiune deoarece a atins valoarea de 632 kgf/cm^2, valoare cuprinsă între 150-1000 kgf/cm^2.

Coeficientul de tărie.

Calculul coeficientului de tărie (după Protodiakonov) se face după formula:

$$f = \text{tg}\,\varphi = \frac{\sigma_{rc}}{100}$$

în care:

f - coeficientul de tărie,

φ - unghiul de frecare internă a rocii,

σ_{rc} - rezistenţa de rupere la compresiune, în kgf/cm^2

Exemplu de calcul.

Să se calculeze coeficientul de tărie la o piatră a cărei rezistenţă de rupere la compresiune este de 1448 kgf/cm^2.

$$f = \frac{\sigma_{rc}}{100} = \frac{1448}{100} = 14,48$$

Coeficienţii de înmuiere, reprezintă diferenţa dintre rezistenţa de rupere în stare uscată şi rezistenţa de rupere în stare saturată, sau după îngheţ-dezgheţ, raportată la rezistenţa de rupere în stare uscată.

Coeficientul de înmuiere după saturare cu apă se calculează cu formula:

$$\eta_s = \frac{\sigma_{rcu} - \sigma_{rcs}}{\sigma_{rcu}} \cdot 100\ \%$$

în care:

η_s - coeficientul de înmuiere după saturare cu apă, în procente.

σ_{rcu} - rezistenţa de rupere la compresiune în stare uscată, în kgf/cm^2.

σ_{rcs} - rezistenţa de rupere la compresiune, în stare saturată, în kgf/cm^2.

Coeficientul de înmuiere după îngheţ-dezgheţ se calculează cu formula:

$$\eta_g = \frac{\sigma_{rcu} - \sigma_{rcg}}{\sigma_{rcu}} \cdot 100\ \%$$

în care:

η_g - coeficientul de înmuiere după îngheţ-dezgheţ, în procente.

σ_{rcu} - rezistenţa de rupere la compresiune în stare uscată, în kgf/cm^2

σ_{ecg} - rezistenţa de rupere la compresiune după îngheţ-dezgheţ, în kgf/cm^2

Exemplu de calcul.

Să se calculeze coeficientul de înmuiere după îngheţ-dezgheţ la o piatră a cărei rezistenţă la compresiune în stare uscată este de 1300 kgf/cm^2, iar după îngheţ-dezgheţ de 1000 kgf/cm^2.

$$\eta_g = \frac{\sigma_{rcu} - \sigma_{rcg}}{\sigma_{rcu}} \cdot 100\ \%$$

$$\eta_g = \frac{1300 - 1000}{1300} \cdot 100 = 23{,}07\ \%$$

Să se calculeze coeficientul de înmuiere după saturare cu apă la o piatră a cărei rezistenţă la compresiune în stare uscată este de 1300 kgf/cm^2, iar după saturare de 1125 kgf/cm^2.

$$\eta_s = \frac{\sigma_{rcu} - \sigma_{rcs}}{\sigma_{rcu}} \cdot 100\ \%$$

$$\eta_s = \frac{1300 - 1125}{1300} \cdot 100 = 13{,}46\ \%$$

In tabelul nr. 31 sînt date cîteva valori ale coeficientului de înmuiere pentru diferite roci.

Tabelul 31

Nr. crt.	Natura pietrei	Coeficient de înmuiere după saturare	Nr. crt.	Natura pietrei	Coeficient de înmuiere după saturare
1	Calcar compact	33.0	7	Microconglomerate	5.4
2	Calcar poros	29.0	8	Microconglomerate cu scoici	15.4
3	Calcar oolitic	15.0	9	Conglomerat mare	33.0
4	Calcar oolitic grezos	18.5	10	Andezit	40.0
5	Gresie calcaroasă dură	6.9	11	Marmoră	20.0
6	Microconglomerate dure	16.6			

Determinarea rezistenţei de rupere la tracţiune.

In construcţii, piatra nu este solicitată la tracţiune. Se face totuşi această determinare, cu scopul de a ne informa asupra structurii pietrei, rezistenţei sale la variaţii de temperatură şi chiar asupra îngheţului şi desgheţului repetat.

De asemenea rezistenţa la tracţiune ne arată uşurinţa de prelucrare a pietrei. Dacă rezistenţa la tracţiune este mare, piatra se va prelucra greu şi invers.

Scanned with OKEN Scanner

Aparatură: Presa hidraulică (fig. 62)

Modul de determinare.

Rezistenţa la tracţiune se determină cu presa hidraulică, căreia i se aplică nişte piese metalice speciale, care vor transforma efortul de compresiune în tracţiune.

Epruveta are forma propusă de Hirschwald (fig. 66). Înălţimea este de 125 mm, lăţimea de 7o mm şi grosimea de 4o mm. Pe părţile laterale ale epruvetei sînt săpate canale, astfel se creează o gîtuitură cu o suprafaţă de 16 cm^2, care va fi solicitată la efortul de tracţiune.

Proba de piatră se fixează de ghearele metalice E şi F cu ajutorul a patru pene metalice, care intră în canale. Se confecţionează un bloc din patru epruvete deodată. In G şi H se va aplica efortul de tracţiune care se măsoară tot în kgf/cm^2.

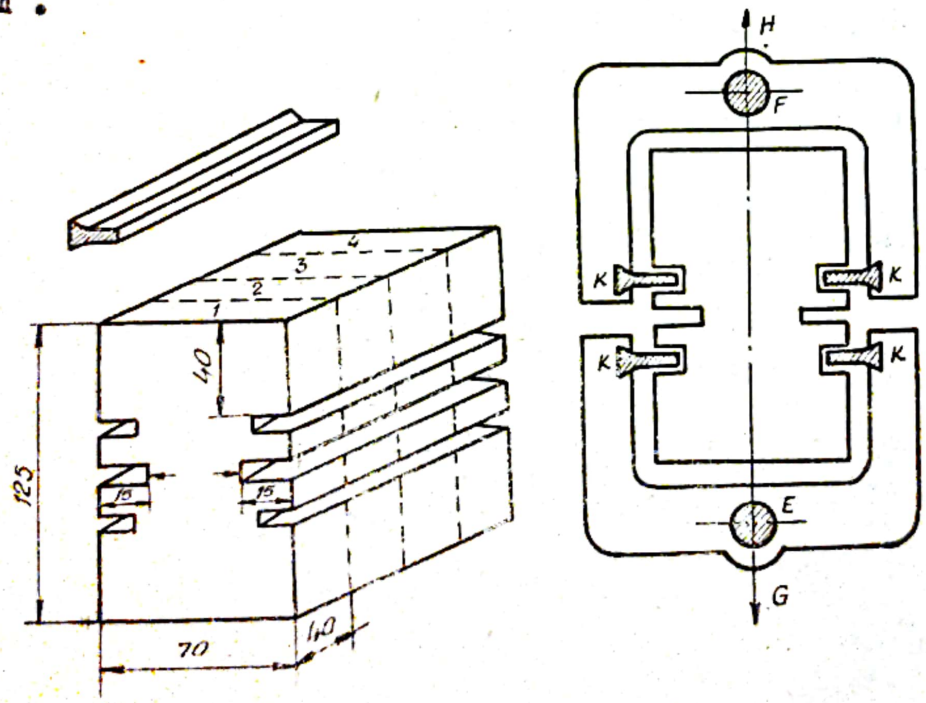


Fig. 66.

In timpul încercării se urmăreşte ca presa să dezvolte sarcini crescînde uniform cu circa 5 kgf/cm^2 pe secundă, pînă la rupere.

Rezistenţa de rupere la tracţiune a unei epruvete se calculează după formula:

$$\sigma_{rt} = \frac{N_{max}}{A_o} \quad kgf/cm^2$$

în care:

σ_{rt} - rezistenţa de rupere la tracţiune, în kgf/cm^2

Nmax - sarcina maximă înregistrată la ruperea epruvetei, în kgf

A_o - aria iniţială a secţiunii minime transversale a epruvetei, în cm^2.

Rezistenţele de rupere la tracţiune pentru fiecare din cele trei stări, se notează:

σ_{rtu} - rezistenţa de rupere la tracţiune în stare uscată, kgf/cm^2.

σ_{rts} - rezistenţa de rupere la tracţiune în stare saturată, kgf/cm^2

σ_{rtg} - rezistenţa de rupere la tracţiune după îngheţ-dezgheţ, kgf/cm^2.

Determinarea rezistenţei de rupere la tracţiune din încovoiere.

Rezistenţa la tracţiune din încovoiere se determină la pietrele care vor fi încastrate cu un capăt sau ambele, în ziduri.

Pentru încercări se confecţionează prisme de piatră de 4 x 4 x 12 cm, sau în cazuri speciale, la cerere, se pot încerca piesele aşa cum vor fi puse în operă.

Se cere pentru determinare ca lungimea epruvetei să fie de 3 ori lăţimea ei.

Aparatura: - Piesa hidraulică (fig.62).

Incercarea se face pe cel puţin 3 prisme.

Modul de determinare.

Prisma de piatră se aşează pe două puncte de reazim a unei piese metalice speciale,(fig.67) care se sprijină pe platanul

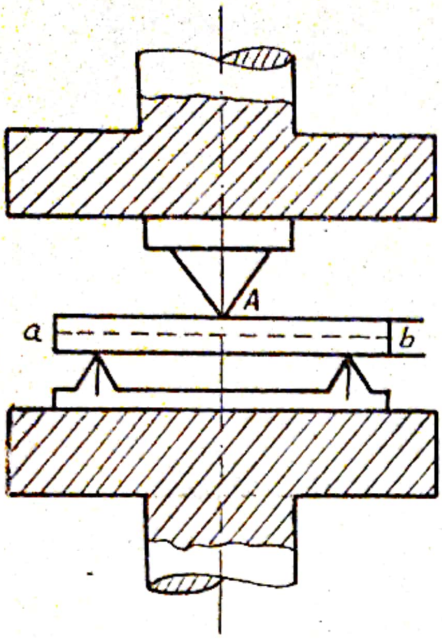


Fig. 67.

inferior al piesei hidraulice. Distanţa dintre cele două puncte de reazem este de lo cm. Pe platanul superior al piesei se fixează piesa metalică A, care cu muchia indiçă locul de aplicare a efortului.

In prismă, în momentul încercării se nasc două tensiuni: una pe faţa superioară a prismei, care are tendinţa de a scurta piesa de încercab, iar alta pe faţa inferioară care tinde să o alungească.

Intre aceste două suprafeţe, la mijloc, există o zonă nesolicitată (a, b).

Cînd prisma se rupe, crăpăturile apar la partea inferioară a ei.

După Hanisch, rezistenţa la tracţiune din încovoiere a pietrei este de 26 ori mai mare decît rezistenţa la tracţiune.

La pietrele care nu vor fi solicitate la încovoiere, în calcul se ia o valoare egală cu 1/lo din rezistenţa la compresiune.

Rezistenţa de rupere la tracţiune din încovoiere a unei epruvete se calculează cu formula:

$$\sigma_{rî} = \frac{M\ max}{W_o}\ kgf/cm^2$$

unde:

M max - momentul încovoietor maxim, în kgf/cm^2.

W_o - modulul de rezistenţă iniţial, al secţiunii transversale a epruvetei, în cm^3, care pentru epruvetele prismatice cu secţiune dreptunghiulară devine:

$$\sigma_{rî} = \frac{3}{2} \cdot \frac{P\ max.l}{b\ h^2}\ kgf/cm^2$$

în care:

$\sigma_{rî}$ - rezistenţa de rupere la tracţiune din încovoiere, în kgf/cm^2.

Pmax - sarcina maximă la ruperea epruvetei, în kgf.

l - distanţa dintre reazeme, în cm.

Rezistenţele la tracţiune din încovoiere pentru cele trei stări sînt:

$\sigma_{rîu}$ - rezistenţa de rupere la tracţiune din încovoiere în stare uscată, kgf/cm^2

$\sigma_{rîs}$ - rezistenţa de rupere la tracţiune din încovoiere în stare saturată, kgf/cm^2.

$\sigma_{rîg}$ - rezistenţa de rupere la tracţiune din încovoiere după îngheţ-dezgheţ, kgf/cm^2.

In tabelul nr. 32 dăm cîteva valori pentru rezistenţa la tracţiune din încovoiere.

Tabelul 32.

Nr. crt.	Natura pietrei	kgf/cm^2
1	Porfirul	191
2	Granitul	158
3	Calcarul	15o
4	Grezia	35

Din rocile date în tabelul nr. 32, porfirul are rezistenţa la încovoiere cea mai mare iar gresia cea mai mică.

Determinarea rezistenţei de rupere la forfecare.

Solicitarea pietrei la forfecare este în general mai redusă.

Determinarea rezistenţei la forfecare se face pe epruvete sub formă de prismă cu următoarele dimensiuni: lungimea de 178 mm, lăţimea de 25 mm şi înălţimea de 51 mm.

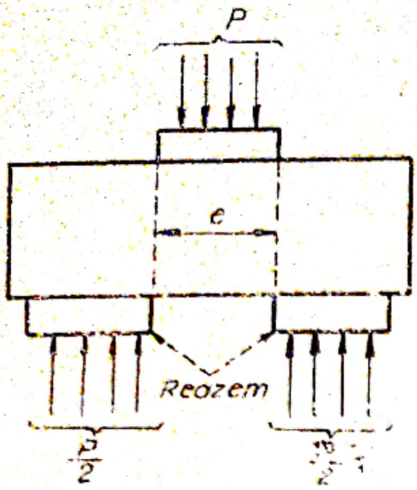


Fig. 68.

Pentru încercare epruveta se aşează pe două plăci ca reazime şi una la mijloc (fig. 68).

Cînd încercarea se face paralel cu stratificaţia sau şistuozitatea, rezistenţa la forfecare se numeşte clivaj.

Formula după care se calculează rezistenţa de rupere la forfecare este:

$$\tau_f = \frac{T\ max}{A_o}\ kgf/cm^2$$

în care:

μ_f - rezistenţa de rupere la forfecare, în kgf/cm^2

T max - sarcina maximă înregistrată la ruperea epruvetei, în kgf.

A_o - aria iniţială a secţiunii de forfecare a epruvetei, în cm^2.

$A_o = 2hh\ cm^2$

h - înălţimea epruvetei, cm

b - lăţimea epruvetei, cm

Rezistenţele la forfecare pentru cele trei stări sînt:

τ_{rfu} - rezistenţa de rupere la forfecare în stare uscată kgf/cm^2.

τ_{rfs} - rezistenţa de rupere la forfecare în stare saturată, kgf/cm^2

τ_{rfg} - rezistenţa de rupere la forfecare după îngheţ-desgheţ, în kgf/cm^2.

Determinarea rezistenţelor de rupere la solicitări dinamice.

Determinarea rezistenţei la şoc.

Rezistenţa la şoc reprezintă lucrul mecanic exprimat în kg.cm necesar sfărîmării unui cm^3 de piatră.

Această încercare este necesară la piatră deoarece ea ne dă rezistenţă stratului superficial al şoselelor sau al terasamentelor, căilor ferate la izbituri.

Aparatura:

Ciocanul Föppl (fig. 69) care este compus din:

- Berbecul (1) de 50 ± 0,5 kg, confecţionat din oţel cu HB = 200 kgf/mm^2, a cărui cădere liberă de la diferite înălţimi se realizează prin intermediul unui mecanism de declanşare.

- Nicovala (2), confecţionată dintr-un bloc de oţel de circa 500 kg cu HB = 200 kgf/mm^2, fixată pe o fundaţie de beton sau zidărie de formă cubică cu latura de 1 m.

- Scară gradată în centimetri (3) cu lungimea de 150 cm, pentru măsurarea înălţimii de cădere a berbecului.

- Rigla gradată în milimetri, cu cursor, pentru măsurarea înălţimii de recul.

- Formă metalică cilindrică din oţel cu HB = 200 kgf/mm^2, în care se introduce epruveta.

- Placă de oţel cu HB = 500 kgf/mm^2, avînd faţa inferioară plană şi şlefuită, iar faţa superioară bombată, cu grosimea de 3 cm la margine şi 3,5 cm la mijloc, care se introduce fără frecare în forma metalică şi se aşează pe epruvetă.

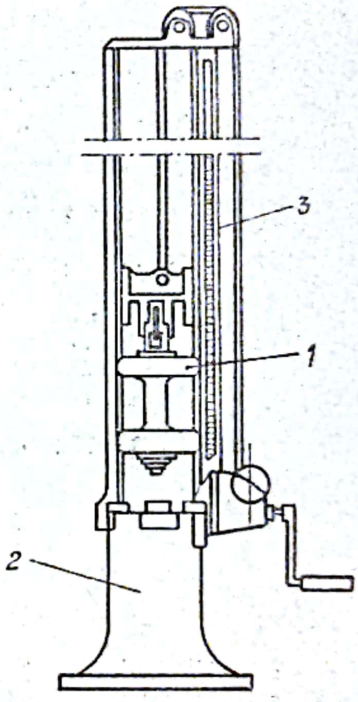


Fig. 69.

Efectuarea determinării.

In forma metalică se introduce epruveta sub formă de cub cu latura de 5 cm, sau sub formă de cilindru cu diametrul de 5 cm.

Deasupra cubului se aşează placa prin care se vor transmite loviturile berbecului.

Se lasă berbecul să cadă de la diferite înălţimi.

Înălţimea de cădere la prima lovitură se calculează aşa fel ca la un volum de 1 cm^3 al epruvetei, lucrul mecanic de lovire să fie de 2 kg.

Pentru cuburi cu latura de 5 cm, înălţimea de cădere va fi de 5 cm iar pentru cilindri va fi de 4 cm.

Următoarele căderi se vor face de la înălţimi crescînde rezultînd multiplicarea înălţimii iniţiale cu 2, 3, 4.....n, pînă la sfărîmarea epruvetei.

După fiecare lovitură a berbecului se citeşte înălţimea reculului.

Se consideră epruveta sfărîmată, la înălţimea de cădere a berbecului la care reculul rămîne la aceiaşi valoare sau se micşorează.

In calculul rezistenţei la şoc se consideră numai acel număr de lovituri (n) pînă la care intervine o creştere a reculului.

Dacă epruveta se sfărîmă fără micşorarea reculului, sau dacă prezintă aşchieri şi fişuri pronunţate, în calcul se ţine seama de ultima lovitură.

In rezultatul încercării trebuie indicat numărul loviturilor pentru sfărîmarea completă a epruvetei.

Calculul rezistenţei la şoc se face cu relaţia:

$$K = \frac{L}{Va} \text{ Kgf/cm}^2$$

în care:

K - rezistenţa la şoc, în kgf/cm^2

L - lucrul mecanic de sfărîmare, în kg/cm

Va - volumul aparent al epruvetei, în cm^3

$$L = G.h\ (1 + 2\ .....+ n) = Gh\ \frac{n(n+1)}{2}$$

G - greutatea berbecului, în kgf

h - înălţimea iniţială de cădere, cm

n - numărul de lovituri luat în calcul.

In cazul în care:

G = 5o kgf

h = 5 cm

Va = 125 cm^3

rezistenţa la şoc se poate calcula şi cu formula:

$$K = n(N+1)$$

Incercările se fac pe cîte 5 epruvete iar rezultatul este dat de media aritmetică a celor cinci determinări.

Exemplu de calcul

Să se calculeze rezistenţa la şoc la un cub cu latura de 5 cm, atunci cînd cubul se fisurează de la înălţimea de cădere a berbecului de 15 cm.

$$K = \frac{L}{Va} \text{ kgf/cm}^2$$

$$Va = 125 \text{ cm}^3$$

$$K = \frac{5o(5 + 1o + 15) \ldots\ldots\ldots +25)}{125} = 3o \text{ kgf/cm}^2$$

Dăm mai jos tabelul nr. 33 cu rezistenţa la şoc la diverse roci.

Tabelul 33

Nr. crt.	Natura pietrei	Rezistenţa la şoc piatră fasonată kgf/cm^2	
		Perpediculare pe straturi	Paralel cu straturile
1	Calcar compact	55.5	-
2	Calcar poros	14.3	-
3	Calcar oolitic	16.o(65)	8.o
4	Calcar oolitic gresos	Nu e cazul	Nu e cazul
5	Gresie calcaroasă dură	81.9	-
6	Microconglomerate dure	48.5	-
7	Microconglomerat	Nu e cazul	Nu e cazul
8	Microconglomerat cu scoici	76.4	-
9	Conglomerat mare	73.7	-
1o	Andezit	25.o	-
11	Marmoră	5.5	-

Determinarea rezistenţei la uzură.

Piatra folosită la pavaj ca trepte sau ca dale se uzează prin frecare şi lovire datorită circulaţiei.

De aceea duritatea pietrei se cere să fie mare în cazul cînd ea este supusă la uzură.

Rezistenţa la uzură prin frecare pe cale uscată.

Aparatură

Aparatul folosit este maşina Bauschinger - Böhme (fig. 7o) care se compune dintr-un disc circular (1) pe care se fixează o şaibă cu lăţimea de 2oo mm avînd diametrul interior de 24o mm şi diametrul exterior de 64o mm. Discul trebuie să se rotească, cu 3o ± 2 rot/minut.

Şaiba se scoate din funcţie cînd prezintă fisuri, zgîrieturi de o,2 mm sau denivelări de o,5 mm.

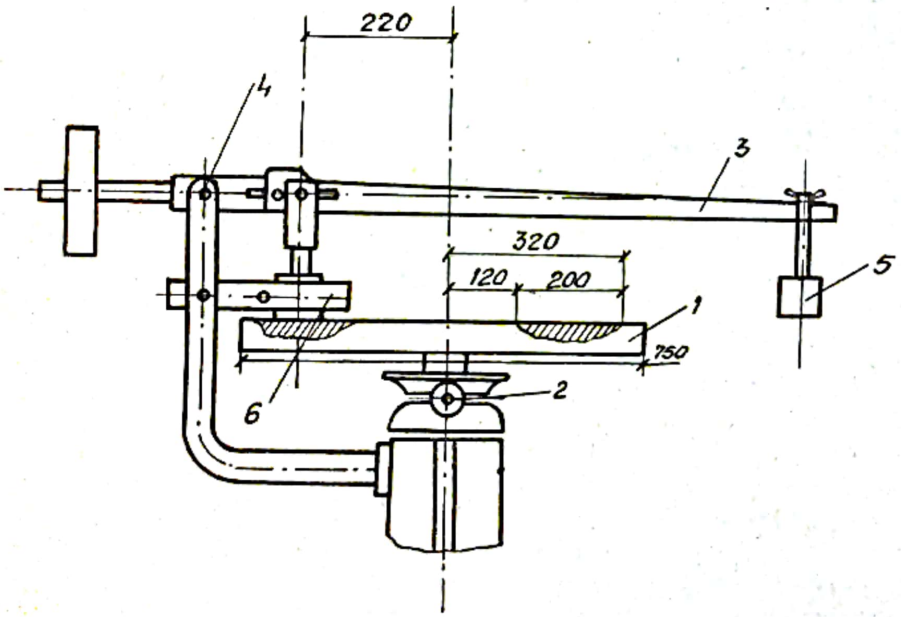


Fig. 7o.

Aparatul este dotat cu:

- un dispozitiv pentru numărarea rotaţiilor;
- un sistem automat de oprire după 22 rotaţii (2)
- o pîrghie (3) cu braţe neegale, articulată la un capăt într-un suport al aparatului (4) şi avînd la celălalt

capăt un platan de balanţă pentru greutăţi (5); în timpul încercării pîrghia trebuie să fie orizontală;

- un dispozitiv reglabil de prindere a epruvetei (6) fixat pe pîrghie printr-un suport pentru menţinerea epruvetei pe şaibă la 22o mm de axa discului;

- un dispozitiv pentru repartizarea continuă şi uniformă a abrazivului în faţa epruvetei;

- greutăţi necesare pentru a asigura apăsarea epruvetei cu o,6 kgf/cm^2.

- abrazivi: nisip cuarţos normal, monogranular, cu granulaţie mare conform STAS 3-56.

Efectuarea determinării

Se cîntăreşte epruveta cu precizie de ± o,1 g determinîndu-se masa (m), se fixează în dispozitivul de prindere (6) astfel ca faţa supusă frecării să corespundă feţei solicitate în practică.

Pe şaibă se împrăştie uniform 2o g nisip.

Se aşează pe platanul pîrghiei greutăţile necesare pentru a realiza apăsarea uniformă a epruvetei cu o,6 kgf/cm^2, asigurînd în acelaşi timp orizontalitatea pîrghiei.

Se porneşte aparatul şi se reglează dispozitivul pentru dirijarea şi repartizarea continuă şi uniformă a nisipului în faţa epruvetei, în tot timpul funcţionării.

După fiecare 22 rotaţii, aparatul se opreşte automat. Cu o perie de păr se curăţă epruveta şi şaiba de nisipul folosit.

Se introduce epruveta în aceeaşi poziţie, folosind o nouă cantitate de 2o g nisip şi se repetă încercarea încă de 4 ori, executîndu-se 11o rotaţii.

Se cîntăreşte epruveta cu precizia de ± o,1 g se reintroduce în aparat, cu aceeaşi faţă către şaibă, însă rotită cu 9o° şi se repetă operaţiile de mai sus.

Epruveta se mai supune la încercare rotindu-se încă de două ori cu 9o° în acelaşi sens, astfel încît la sfîrşitul determinării epruveta să fi fost supusă unei uzuri exercitate prin rotirea masei circulare de 44o ori.

La sfîrşitul încercării epruveta se cîntăreşte determinîndu-se masa (m).

Calculul rezistenţei la uzură se face cu una din formulele de mai jos:

$$U1 \not< \frac{m - ml}{A_o} \quad g/cm^2$$

$$U_2 = lo \frac{m - m_1}{A_o \cdot \rho_a} \quad mm$$

în care:

U_1 - rezistenţa la uzură, în g/cm^2
H_2 - rezistenţa la uzură, în mm
m - masa iniţială a epruvetei, în g
m_1 - masa finală a epruvetei, în g
A_o - aria iniţială a feţei pe care se exercită uzura, în cm^2,
ρ_o - densitatea aparentă a epruvetei, g/cm^2.

Rezistenţele la uzură U_1 şi U_2 pentru roca respectivă reprezintă mediile aritmetice ale rezultatelor obţinute pe epruvetele încercate.

Rezistenţa la uzură prin frecare pe cale umedă.

Aparatură

Incercarea se efectuează cu maşina Dorry (fig. 71), care se compune dintr-un disc de fontă circular (1), cu diametrul circumferinţei axiale de 52o mm, care se roteşte cu 47 rot/min.

Aparatul este dotat cu:

- dispozitiv pentru numărarea rotaţiilor;
- dispozitiv reglabil compus din 2 forme metalice (2) aşezate simetric pe acelaşi diametru, în care se introduc epruvetele;
- greutăţi necesare pentru a asigura apăsarea epruvetei cu o,25 kgf/cm^2;
- dispozitiv pentru scurgerea apei pe disc (3);
- dispozitiv pentru scurgerea nisipului pe disc (4);
- abraziv : nisip cuarţos normal, monogranular, cu granulaţie mare conform STAS 3-56.

Efectuarea determinării.

Pentru încercare se iau cîte 2 cuburi sau 2 cilindri deodată.

Aceste epruvete se cîntăresc cu precizia de ± o,1 g, determinîndu-li-se masa (m), se introduc în dispozitivul de prindere (2) astfel ca faţa supusă frecării să corespundă feţei solicitate în practică.

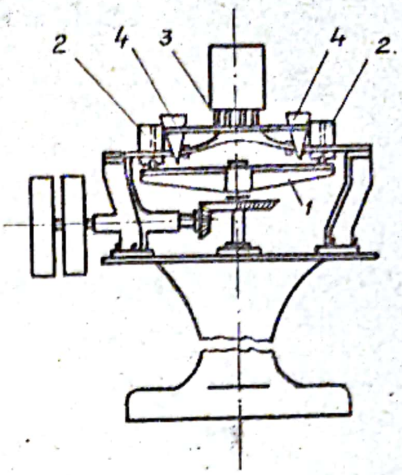


Fig. 71.

Se încarcă epruvetele cu greutăţile necesare, pentru a se realiza apăsarea uniformă cu o,25 kgf/cm^2.

Se deschid dispozitivele pentru scurgerea apei şi nisipului.

Epruvetele se supun frecării timp de 2ooo rotaţii, după care aparatul se opreşte, se scot epruvetele, se curăţă, se usucă şi se cîntăresc determinîndu-se masa (m_1).

Rezultatul se exprimă întotdeauna la looo ture.

Calculul rezistenţei la uzură pe cale umedă, se face cu relaţiile:

$$U_1 = \frac{m - m_1}{2 A_o} \text{ g/cm}^2$$

$$U_2 = 1o \frac{m - m_1}{2 \cdot A_o \cdot \rho_a} \text{ mm}$$

unde:

m - masa iniţială a epruvetei, g

m_1 - masa finală a epruvetei, g

A_o - aria iniţială a feţei pe care se exercită uzura, în cm^2

ρ_a - densitatea aparentă a epruvetei, g/cm^3.

Incercări mecanice la piatra spartă.

Determinarea rezistenței la compresiune a pietrei sparte după metoda Rudeloff.

Intr-un cilindru de oțel de 118 mm diametru și cu înălțimea de 2o cm (fig. 72) se introduce piatra spartă în așa fel încît să cuprindă părți egale în greutate de fracțiunile de 3o-4o mm, 4o-5o mm și 5o-6o mm, obținute prin ciuruirea materialului.

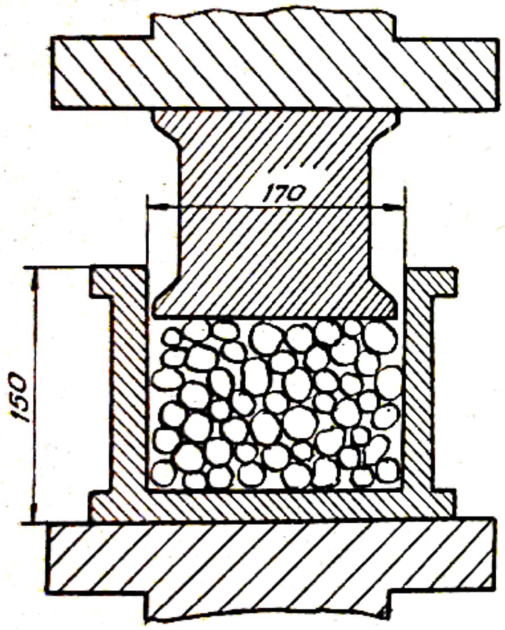


Fig. 72.

Granulele cu forme lamelare sau aciculare, se vor îndepărta păstrîndu-se numai granulele la care dimensiunile: a(lungimea) b (lățimea), c (grosimea) satisfac rapoartele b/a $\geqslant$ o,66 și c/a $\geqslant$ o,33.

Materialul introdus în cilindru nu trebuie să depășească înălțimea de lo cm. Știind greutatea cilindrului gol și a cilindrului cu material,prin diferență se poate ști greutatea materialului luat în determinare.

Deasupra materialului se introduce un piston cilindric masiv cu diametrul de 168 mm și înălțimea de 125 mm.

Totul se introduce apoi între platanele unei prese și se ridică presiunea treptat, astfel ca în timp de 1-1 1/2 minute să se atingă 4o tone.

Imediat după atingerea acestei presiuni se întrerupe presarea și se scoate cilindrul cu material.

Materialul se cerne apoi prin ciurul cu ochiuri de lo mm diametrul și se cîntărește fracțiunea rămasă pe ciur.

Rezistența la compresiune la piatra spartă se calculează cu relația:

$$\sigma_c \text{ (piatra spartă)} = \frac{G_1}{G_1} \cdot 100\ \%$$

în care:

G_2 - greutatea materialului rămas pe ciurul de 10 mm diametru, în g.

G_1 - greutatea inițială a probei încercate, în g.

Incercarea se face asupra materialului în stare uscată, saturată și după îngheț-dezgheț.

Exemplu de calcul.

Să se calculeze rezistența la compresiune la piatra spartă, știind că greutatea inițială a probei este de 2760 g, iar a materialului rămas pe ciurul de 10 mm diametru este de 1970 g.

$$\sigma_c = \frac{1970}{2760} \cdot 100 = 71{,}4\ \%$$

Determinarea rezistenței la șoc la piatră spartă.

Determinarea se face cu ciocanul Föppl. Materialul se prezintă ca și la încercarea probei la compresiune.

După ce s-a încărcat cilindrul și i s-a fixat pistonul, se dau 20 lovituri cu ciocanul Föppl de 50 kg, la fiecare lovitură ciocanul căzînd liber de la o înălțime de 50 cm.

Proba sfărîmată este cernută printr-un ciur cu diametrul ochiurilor de 10 mm și se cîntărește fracțiunea care rămîne pe ciur.

Rezistența la șoc la piatra spartă se calculează cu relația:

$$\sigma_c \text{(piatră soartă)} = \frac{G_2}{G_1} \cdot 100\ \%$$

în care:

G_2 - greutatea materialului rămas pe ciurul cu ochiurile de 10 mm diametru, în g.

G_1 - greutatea inițială a probei încărcate, în g.

Exemplu de caloul

Să se calculeze rezistenţa la şoc la piatră spartă ştiind că greutatea iniţială a materialului este de 2,72o kg, iar greutatea materialului rămas pe ciurul cu diametrul ochiurilor de lo mm este de 2,49o kg.

$$G_{şoc\ (piatră\ spartă)} = \frac{G_1}{G_2} \cdot loo = \frac{2,49o}{2,72o} \cdot loo = 91,54\ \%$$

Determinarea rezistenţei la uzură la piatra spartă.

Incercarea se face cu maşina Deval care este compusă din 2 cilindri de metal cu capac înclinaţi cu un unghi de 3o° faţă de un ax orizontal (fig. 73). Cilindrii pot să se învîrteaască cu 3o-33 rotaţii/minut.

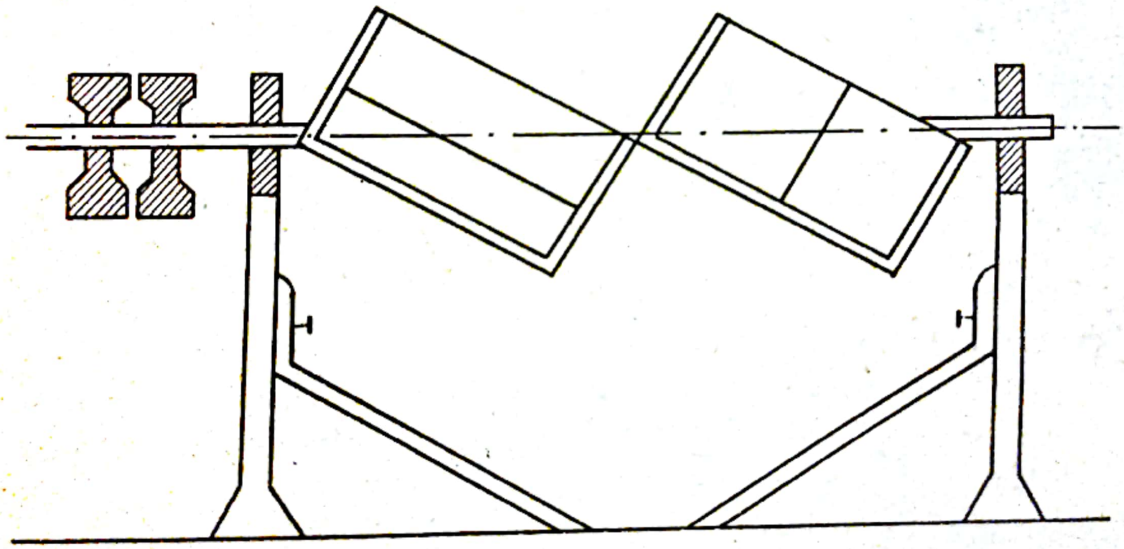


Fig. 73.

Materialul luat pentru determinare se usucă în etuvă la lo5°C pînă la greutate constantă. Piatra spartă se sortează în granule cu dimensiunile de 3o-6o mm. Materialul trebuie curăţit foarte bine cu peria de sîrmă înainte de încercare. Se introduc în ambii cilindri ai maşinii cîte 5o granule cu greutatea aproximativă de loo g granule deci în total 5 kg ± 2 g.

Cilindrii se închid bine cu capacele şi maşina se pune în mişcare. După 10.000 rotaţii maşina Deval se opreşte şi materialul din fiecare cilindru se cerne separat prin ciurul cu ochiuri de 2 mm diametru sau sita cu ochiuri pătrate cu latura de 1,5 mm.

Ce rămîne pe ciur sau sită se spală cu apă şi se usucă în etuvă pînă la greutate constantă.

Rezistenţa la uzură a materialului se exprimă prin pierderea în greutate a pietrei, în procente, conform formulei:

$$Ru = \frac{G_1 - G_2}{G_1} \cdot 100\ \%$$

în care:

G_1 - greutatea iniţială a pietrei sparte, în g

G_2 - greutatea materialului curat rămas pe ciur după încercare, în g.

Rezultatul final este media a 2 determinări.

Funcţie de rezistenţa la uzură determinată pe piatra spartă se poate exprima coeficientul de calitate a unei pietre:

$$\text{Coeficient de calitate} = \frac{40}{\%\ \text{rez. uzură}}$$

După coeficientul de calitate piatra se poate clasifica conform tabelului nr. 34.

Tabelul 34

Coeficient de calitate	mai mic de 7	de la 7 - 9	de la 9-11	de la 11-13	de la 13-15	peste 15
Calitatea pietrei	slabă	medie	acceptabilă	bună	f.bun	excelentă

Exemplu de calcul

Să se determine rezistenţa la uzură şi coeficientul de calitate pe o probă de piatră spartă, ştiind că după determinare

materialul curat rămas pe ciur din primul cilindru este de 4855 g. iar din al doilea cilindru de 4830 g.

$$Ru = \frac{G_1 - G_2}{G_1} \cdot 100\ \%$$

Uzura pietrei din primul cilindru este:

$$Ru = \frac{5000 - 4855}{5000} \cdot 100 = 2,90\ \%$$

Uzura pietrei din al doilea cilindru este:

$$Ru = \frac{5000 - 4830}{5000} \cdot 100 = 3,4\ \%$$

Valoarea medie va fi:

$$Ru_m = \frac{2,9 + 3,4}{2} = 3,15\ \%$$

$$\text{Coeficientul de calitate} = \frac{40}{\%\ \text{rez. uzură}} = \frac{40}{3,15} = 12,69$$

După clasificarea dată în tabelul nr. 34 piatra este de calitate bună.

Dăm mai jos un tabel nr. 35 cu cîteva rezultate pentru rezistența la uzură pe piatră spartă, la diverse roci.

Tabelul 35

	Natura pietrei			Natura pietrei	
1	Calcar compact	4.4	7	Microconglomerate	Nu e cazul
2	Calcar poros	11.6	8	Microconglomerate cu scoici	15.0
3	Calcar oolitic	38.0	9	Conglomerat mare	15.6
4	Calcar oolitic grezos	Nu e cazul	10	Andezit	-
5	Gresie calcaroasă dură	6.1	11	Marmoră	-
6	Microconglomerate dure	5.8			

Comportarea la îngheţ, a pietrei sparte.

Determinarea rezistenţei la îngheţ-dezgheţ se efectuează numai în cazul în care absorbţia de apă la presiune normală $a_1 \geqslant 0,5$ %

Piatra spartă pentru, care $a_1 \leqslant 0,5$ % se consideră rezistentă la îngheţ-dezgheţ.

Aparatură.

- Frigider sau cameră frigorifică
- Etuvă
- Balanţă tehnică
- Set de ciururi
- Baie de apă pentru saturarea şi dezgheţarea probelor de piatră.

Pregătirea probei

Proba de piatră se ia în funcţie de dimensiunea maximă a granulei.

Materialul se spală şi se curăţă bine cu peria de sîrmă pentru detaşarea părţilor slabe şi îndepărtarea prafului.

Apoi se usucă în etuvă la 150°C pînă la masă constantă.

Se cerne prin ciurul cu ochiurile corespunzătoare dimensiunii maxime şi minime a granulelor din sortul supus încercării.

In cazul încercării pietrei sparte nesortate, proba se separă prin cernere în sorturi componente care se încearcă separat.

Modul de lucru.

Proba de piatră pregătită ca mai sus se cîntăreşte (m_1) şi se introduce într-un vas cu apă distilată unde se supune saturării pînă la masă constantă.

Se goleşte apa din vasul cu piatră, iar vasul se introduce în frigider unde este menţinut timp de 4 ore, după atingerea temperaturii de $-20°C \pm 2°C$.

Se scoate apoi vasul cu proba din frigider şi se introduce pentru dezgheţare în baia de apă a cărei temperatură se

menţine la + 2o°C ± 5°C timp de 2 ore, adăugîndu-se cu precauţie apă caldă la temperatura de 4o°C.

Incercarea se repetă fără întreruperi, în aceleaşi condiţii, pînă la împlinirea a 25 cicluri.

Proba de piatră spartă se usucă pînă la masă constantă şi se cerne prin ciurul pe care a fost reţinută înainte de încercare.

Materialul rămas pe ciur se cîntăreşte (m_2).

Pierderea de masă (coeficientul de gelivitate) se calculează după formula:

$$\mu_g = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \cdot 100\ \%$$

în care:

μ_g - coeficientul de gelivitate, în %

m_1 - masa iniţială a probei, în g

m_2 - masa restului de pe ciur după încercare, în g

Dacă coeficientul de gelivitate este mai mare de 3 % piatra este nerezistentă la îngheţ-dezgheţ.

In cazul cînd coeficientul de gelivitate este mai mic de 3 % se ia în considerare valoarea coeficientului de înmuiere după îngheţ-dezgheţ η_g conform STAS 62o2-6o.

Potrivit valorilor obţinute pentru acest coeficient piatra cercetată va fi rezistentă la îngheţ-dezgheţ dacă $\eta_g < 25$ %, nerezistentă la îngheţ-dezgheţ dacă $\eta_g > 25$ %.

Rezultatele practice obţinute în laborator se trec în tabelele: 36, 37, 38, 39, 4o, 41, 42 şi 43.

Tabelul 36

Rezistența de rupere la compresiune. $\sigma_{rc} = \frac{N\ max}{A_o}$ kgf/cm^3

In stare uscată				In stare saturată				După îngheț-dezgheț			
Epruveta	N max kgf	A_o cm^2	σ_{rcu} kgf/cm^2	Epruveta	N max kgf	A_o cm^2	σ_{rcs} kgf/cm^2	Epruveta	N max kgf	A_o cm^2	σ_{rcg} kgf/cm^2
1											
2											
3											
4											
TOTAL											
MEDIA											
MAXIM											
MINIM											

Tabelul 37

Coeficient de tărie după Protodiakonov	Coeficient de înmuiere după saturarea cu apă	Coeficient de înmuiere după îngheț-dezgheț
$f = \frac{\sigma_{rcu}}{100} = tg$	$\eta_s = \frac{\sigma_{rcu} - \sigma_{rcs}}{\sigma_{rcu}} 100$	$\eta_o = \frac{\sigma_{rcu} - \sigma_{rcg}}{\sigma_{rcu}} 100$
$f = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \varphi =$ —	$\eta_s = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$ %	$\eta_o = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$ %

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul Hr.38

REZISTENȚA DE RUPERE LA TRACȚIUNE

$$\sigma_{rt} = \frac{N_{max}}{A_o} \ Kgf/cm^2$$

In stare uscată				In stare saturată				După îngheț-dezgheț			
Epruvetă	N max Kgf	A_o cm^2	σ_{rtu} Kgf/cm^2	Epruvetă	N max Kgf	A_o cm^2	σ_{rts} Kgf/cm^2	Epruveta	N max Kgf	A_o cm^2	σ_{rtg} Kgf/cm^2
1											
2											
3											
4											
TOTAL											
MEDIA											
MAXIM											
MINIM											

Tabelul Hr 39

REZISTENȚA DE RUPERE LA TRACȚIUNE DIN ÎNCOVOIERE

$$\sigma_{ri} = \frac{M}{W_o} = \frac{3}{2} \cdot \frac{P_{max} \cdot l}{b l^2} \ Kgf/cm^2$$

In stare uscată				In stare saturată				După îngheț-dezgheț			
Epruveta	$\frac{3}{2} P_{max} \cdot l$ Kgf.cm	bl^2 cm^3	σ_{riu} Kgf/cm^2	Epruveta	$\frac{3}{2} P_{max} \cdot l$ Kgf.cm	bl^2 cm^3	σ_{ris} Kgf/cm^2	Epruveta	$\frac{3}{2} P_{max} \cdot l$ Kgf.cm	bl^2 cm^3	σ_{rig} Kgf/cm^2
1											
2											
3											
4											
TOTAL											
MEDIA											
MAXIM											
MINIM											

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul Nr. 40

REZISTENȚA DE RUPERE LA FORFECARE

$$\tau_{rf} = \frac{T_{max}}{A_o} \ kgf/cm^2$$

În stare uscată				În stare saturată				După îngheț - dezgheț			
Epruveta	T_{max} kgf	A_o cm^2	τ_{rfu} kgf/cm^2	Epruveta	T_{max} kgf	A_o cm^2	τ_{rfs} kgf/cm^2	Epruveta	T_{max} kgf	A_o cm^2	τ_{rfg} kgf/cm^2
1											
2											
3											
4											
TOTAL											
MEDIA											
MAXIM											
MIHIM											

Tabelul Nr. 41

REZISTENȚA LA ȘOC

$$K = \frac{L}{V_a} = \frac{2h}{V_a} \cdot \frac{n(n+1)}{2} \ kgf/cm^2$$

Epruveta	n	L kgf cm	V_a cm^3	K kgf/cm^3	Observații
1					
2					
3					
4					
TOTAL					
MEDIA					
MAXIM					
MIHIM					

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul Nr. 42

REZISTENȚA LA UZURĂ PE CALE USCATĂ

$$U_1 = \frac{m - m_1}{A_o} \ g/cm^2; \quad U_2 = 10 \frac{m - m_1}{A_o \rho_a} \ mm$$

Greutatea	m g	m1 g	Ao cm^2	ρ_a g/cm^3	U1 gf/cm^2	U2 mm	Observații
1							
2							
3							
4							
TOTAL							
Media							

Tabelul Nr. 43

REZISTENȚA LA UZURĂ PE CALE UMEDĂ

$$U_1 = \frac{m - m_1}{A_o} \ gf/cm^2; \quad U_2 = \frac{m - m_1}{A_o \rho_a} \ mm$$

Epruveta	m g	m1 g	Ao cm^2	ρ_a g/cm^3	U1 gf/cm^2	U2 mm	Observații

BIBLIOGRAFIE

1. Prof. dr. ALEX. STEOPOE - Materiale de construcţii Buc. 1964 pag. 164-175.

2. Prof. ALEX. CHELĂRESCU - Piatra naturală pentru construcţii Iaşi 1951.

3. Prof. OREST NICHITA - Curs de geologie tehnică Buc. 1962.

4. N.ST. MIHĂILESCU - Geologie tehnică; vol. 1 Bucureşti 1954 pag. 33-164; pag 222-264.

5. M.DURIEZ et J.ARRAMBIDE - Nouveau Traité de Matériaux de Construction" Capitol 11 "Les pierres naturelles.

6. - Colecţia STAS - Materiale de construcţii vol. 1.

STAS 5090-55 - Piatra naturală pentru construcţii. Clasificare.

STAS 6199-60 - Pietre naturale fasonate. Determinarea naturii petrografice şi mineralogice.

STAS 6201-60 - Pietre naturale fasonate. Determinări fizice.

STAS 6202-60 - Pietre naturale fasonate. Incercări mecanice.

STAS 6200-60 - Pietre naturale fasonate. Determinări fizice calitative şi determinarea comportării la îngheţ-dezgheţ.

STAS 6198-60 - Pietre naturale fasonate. Luarea probelor şi confecţionarea secţiunilor subţiri şi a epruvetelor.

Scanned with OKEN Scanner

Capitolul VI
AGREGATE

A. GENERALITĂŢI.

Agregatele sînt materiale inerte, naturale (pietriş, piatră spartă, balast) sau artificiale (zgură de focar, zgură metalurgică, spărturi de argile arse etc.), sau materiale inerte organice (rumeguş de lemn, talaş etc.) întrebuinţate în amestec cu un liant şi cu apă pentru confecţionarea mortarelor şi betoanelor.

Agregatele minerale naturale, sînt cele mai întrebuinţate şi provin din sfărîmarea naturală sau artificială a rocilor.

Ele trebuie să fie absolut inerte faţă de ciment, perfect stabile faţă de agenţii atmosferici şi apă, să reziste incendiului şi tuturor tendinţelor de dezagregare.

Nu se admite folosirea agregatelor constituite din feldspaţi, ghips, opal, calcedonie, deoarece nu rezistă la acţiunea agenţilor atmosferici şi a apelor încărcate cu bioxid de carbon.

Calitatea chimică, a acestor materiale, adică: componenţi chimici, natura lor petrografică şi eventualele impurităţi ce le-ar constitui, precum şi caracteristicile lor fizice, joacă un rol important asupra proprietăţilor ce se vor realiza la mortare şi betoane. Unele proprietăţi fizice ale materialelor şi betoanelor sînt determinate şi în strînsă legătură cu proprietăţile fizice ale nisipului şi pietrişului. Nisipurile şi pietrişurile trebuie să provină din roci cu structură compactă, duritate şi rezistenţă la compresiune mare.

B. CLASIFICARE.

Agregatele naturale pentru mortare şi betoane obişnuite cu lianţi hidraulici, funcţie de natura rocilor din care provin, pot fi:

- agregate naturale grele, caracterizate prin densitatea în grămadă în stare afînată şi la umiditate naturală, de peste 1200 kg/m^3.

- agregate naturale uşoare, cu $\rho_a < 1200$ kg/m^3.

Agregatele naturale pentru mortare şi betoane obişnuite, provenite din sfărîmarea naturală sau artificială a rocilor sînt denumite în STAS 1667 - 62(tabelul nr. 44 şi nr.45) şi STAS 5089-66 (tabelul nr.46).

Tabelul 46

Agregate naturale grele pentru mortare şi betoane obişnuite cu lianţi hidraulici STAS 1667-62

Agregate naturale

AGREGATE NATURALE NEPRELUCRATE	AGREGATE NATURALE PRELUCRATE
(agregate în stare naturală) provenite din sfărîmarea naturală, în general rotunjite prin rostogolire, fără să fi suferit vreo operaţie de sfărîmare artificială.	obţinute prin sfărîmarea artificială a rocilor(agregate concasate).
Nisip	Nisip
Agregatul compus din granule de diferite mărimi,de la 0-7 mm, care trece integral prin ciurul cu ochiuri rotunde din tablă perforată nr.7, STAS 1078-50.	
Pietriş	Piatră spartă
Agregatul compus din granule de diferite mărimi de la 7-70 mm, care trece integral prin ciurul nr.70 şi rămîne integral pe ciurul nr.7, STAS 1078-50	
Bolovani	Piatră spartă mare
Pietre cu formă rotunjită de apă în rostogolirea lor pe fundul rîurilor,care au cel puţin o dimensiune mai mare de 70 mm şi cel mult 150 mm	Piatră spartă avînd cel puţin o dimensiune mai mare de 70 mm şi cel mult 150 mm
Balast	
Amestec natural în diferite proporţii de nisip şi pietriş.	

După proveniență, agregatele se clasifică conform tabelului nr. 45 din STAS 1667-62.

Tabelul nr. 45

Proveniența	Mod de obținere	Denumirea convențională
De carieră	In stare naturală	Nisip de carieră Pietriș de carieră Balast Bolovani
	Prin concasare	Nisip de concasare Piatră spartă Piatră spartă mare
De rîu și de prundișuri	In stare naturală	Nisip de rîu sau de prund Pietriș de rîu sau de prund Balast de rîu sau de prund Bolovani
	Prin concasare	Nisip de concasare Piatră spartă
De lacuri de mare și de dune	In stare naturală	Nisip de lacuri Nisip de mare Nisip de dune

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul nr.46 STAS 5089-66

Termen	Noţiune
Agregate naturale neprelucrate.	Agregate naturale provenite din sfărîmarea naturală a rocilor aşa cum se găsesc în albiile rîurilor sau în balastiere.
Nisip normal	Agregat natural neprelucrat, avînd granulaţia de 0....7 mm, selecţionat în sorturi şi calităţi după utilizare.
Nisip fin	Nisip cu granulaţia 0.....1 mm
Nisip grăunţos	Nisip cu granulaţia 3.....7 mm
Pietriş	Agregat natural neprelucrat, avînd granulaţia 7..... 70 mm, selecţionat în sorturi şi calităţi după utilizare.
Mărgăritar	Pietriş cu granulaţia de 7 .....15 mm
Balast	Amestec natural de pietriş şi nisip
Agregate naturale prelucrate.	Agregate naturale provenite prin sfărîmarea artificială a rocilor.
Filer	Agregat fin măsinat cu granulaţia pînă la 0,075 mm
Nisip de concasare	Agregat natural obţinut prin concasare, avînd granulaţia de 0.....3 mm
Savură	Agregat natural obţinut prin concasare, cu granulaţia de 0....8 mm cînd provine din roci cu Rc peste 800 kgf/cm^2 şi de 0...25 mm cînd provine din roci cu Rc de 600... 800 kgf/cm^2
Split	Agregat natural provenit prin concasarea rocilor, avînd granulaţia de 8.....40 mm, selecţionat în sorturi şi calităţi după utilizare.
Piatră spartă	Agregat natural rezultat prin sfărîmarea artificială a rocilor, cu dimensiuni de 25.. .....90 mm, selecţionat în sorturi şi calităţi după utilizare.
Criblură	Agregat cu granule de formă plană provenit prin dubla concasare a rocilor cu granulaţie de la 3.....25 mm, selecţionat în sorturi şi calităţi după utilizare.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru mortare şi betoane uşoare, după natura lor, agregateleminerale se clasifică în:

Agregate naturale : piatra ponce, tuf, diatomif (kieselgur), scorie bazaltică etc.

Agregatele artificiale:

- deşeuri de fabricaţie (deşeuri ceramice, sgură de furnal etc.).
- reziduuri obţinute prin arderea pe grătare a cărbunilor (zgură de cazan de termocentrală sau de locomotivă).
- reziduuri obţinute la extracţia cărbunilor, autoaprinse şi arse în halde (steril ars),
- agregate minerale anume fabricate: granulitul, perlitul, zgura metalurgică granulată etc.

Aceste agregate sînt caracterizate prin densitatea în grămadă, în stare afînată, sub 1200 kg/m^3. Ele se întrebuinţează pentru mortare şi betoane uşoare.

C. DETERMINARI ASUPRA AGREGATELOR.

Incercarea agregatelor se va face pe loturi, iar rezultatele determinărilor vor fi consemnate în buletine de încercare.

Mărimea unui lot va fi de 50 m^3 pentru agregatul < 7 mm şi de 100 m^3 pentru agregatul mare.

Luarea probelor : Din lotul de 100 m^3 se ia din 5 puncte diferite cîte o cantitate de 0,05 m^3, care se amestecă pentru omogenizare; după aceea proba de 0,25 m^3 se reduce prin metoda sferturilor la 60 kg pentru agregatele fine (0....7 mm) şi la 90 kg pentru agregatele cu granule avînd dimensiuni mai mari de 7 mm, în felul următor: cu ajutorul unei lopeţi se amestecă bine proba de agregat şi se întinde în strat uniform pe o masă sau pe o pardoseală curată, dîndu-i-se o configuraţie regulată, pătrată sau circulară. Se împarte în patru părţi egale, trasînd două diagonale sau două diametre perpendiculare, se îndepărtează două părţi opuse (I şi III sau II şi IV) iar restul se adună la un loc formînd proba pentru cercetare (fig. 74).

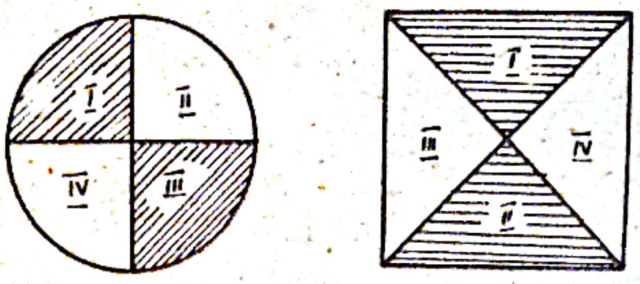


Fig. 74.

Cantităţile rezultate se împart în 3 părţi, a 2o kg respectiv 3o kg. Una din acestea reprezintă proba care se supune determinărilor, alta reprezintă proba pentru contraîncercări, iar ultima, în cazul probelor pentru buletinele de analiză, reprezintă proba etalon, care se păstrează la întreprindere. Verificările şi determinările trebuiesc efectuate de către un laborator oficial de specialitate care va emite buletinele respective privind:

Caracteristici geometrice:

- aspectul şi forma granulelor;
- valorile medii $\frac{b}{a}$ şi $\frac{c}{a}$ ale dimensiunilor granulelor;
- coeficientul volumetric mediu;
- volumul golurilor agregatelor în stare afînată;
- compoziţia granulometrică a agregatelor.

Caracteristici fizico-mecanice:

- densitatea aparentă a rocii de proveniență;
- densitatea în grămadă în stare afînată şi uscată;
- porozitatea;
- rezistenţa la compresiune a granulelor;
- rezistenţa la compresiune, pe cuburi, a rocii de proveniență;
- rezistenţa la îngheţ-dezgheţ.

Caracteristici fizico-chimice:

- natura rocii;
- impurităţi tolerante: mică,
  cărbune,
  humus,
  părţi levigabile,
  sulfaţi şi săruri,
  săruri solubile;
- impurităţi interzise.

Cantitatea minimă a probelor pentru diversele încercări este arătată în tabelul nr. 47 (STAS 1667-62).

Tabelul 47

Felul determinării	Dimensiunea granulelor mm			
	o...7	7...15	15...4o	mai mari ca 4o
Aspect şi impurităţi	25	4o	4o	6o
Densitatea în grămadă în stare umedă	5o	1oo	25o	5oo
Densitatea în grămadă în stare uscată	5	25	35	5oo
Volum de goluri şi înfoiere	1o	3o	5o	7o
Compoziţia granulometrică	5	2o	5o	75
Rezistenţa la compresiune	1oo	1oo	15o	16o
Comportarea la îngheţ-dezgheţ	2oo	2oo	3oo	3oo

Observaţii:

Cantităţile specificate pentru densitatea în grămadă în stare uscată servesc şi la determinarea densităţii aparente şi a absorbţiei de apă.

Cantităţile specificate pentru determinarea compoziţiei granulometrice servesc şi pentru, determinarea formei granulelor, a coeficientului volumetric, a particolelor fine şi a comportării la sulfaţi.

Pentru locul de recoltare a probelor cît şi pentru modul de extragere se va consulta STAS 1667-62 paragraful 3.2.3 şi 3.2.4, de asemenea în ceea ce priveşte livrarea şi verificarea cantităţii livrate paragraful 5.

Examinarea prelaminară.

Aspectul exterior. - Examinarea agregatelor se face cu ochiul liber, folosind însă şi o lupă cu un vîrf metalic ascuţit şi un ciocan de mînă.

Examinarea nisipului. Deoarece nisipul exercită o puternică influenţă asupra proprietăţilor betonului, cercetarea se începe totdeauna cu această fracţiune de agregat.

Nisipul trebuie să provină din roci dure, trebuie să fie aspru la pipăit, iar frecat între degete să scîrţîie. Cele mai bune nisipuri sînt cele silicioase de rîu sau de carieră. Ele vor fi folosite la lucrări importante şi puternic solicitate.

Nisipuri de mare şi de dune, sau cele care conţin mică, nu pot fi utilizate decît după verificarea pe un beton standard (confecţionate conform STAS 1667-62) în care fracţiunea de agregate pînă la 7 mm este formată din nisipul ce urmează a fi cercetat.

Nisipuri artificiale - sînt obţinute din concasarea unor roci, cum ar fi cuarţitę, roci silicioase de natură vulcanică, porfire, calcar dur etc. Este totdeauna bine să se cunoască proveniența nisipului; astfel spre exemplu, nisipul provenit don concasarea şi măcinarea granitului nu poate fi întrebuinţat la mortarele şi betoanele care vor suferi acţiunea agenţilor atmosferici şi a apei încărcate cu bioxid de carbon din cauza dezagregării şi alterării feldspatului şi micei din granit.

Mortarele şi betoanele confecţionate cu nisip din granit, îşi pierd din rezistenţa lor din cauza acestei dezagregări, putînd fi chiar complet compromise.

Nisipul de bazalt - de asemenea nu e recomandabil, avînd adesea prea multe părţi fine obţinute la concasare şi impurităţi, în special argilă ce se găseşte în masa rocii.

Se va observa dacă materialul uscat la aer este pămîntos sau nu, dacă conţine impurităţi sau elemente alterate. Cînd nisipul nu este pămîntos, boabele de nisip nu se lipesc între ele şi luate în mînă, curg uşor printre degete. Impurităţile se pot observa dacă amestecăm nisipul cu apă; resturile vegetale vor pluti pe apă, iar în nisipul spălat ce rămîne, mica, pirite şi resturile de cărbune se disting mai uşor. Impurităţile mai pot fi observate dacă se amestecă cu o soluţie de clorură de calciu saturată a cărei greutate este de 1,4 g/cm^3.

Părţile care plutesc sînt separate, spălate, uscate, cîntărite şi raportate la %.

Natura petrografică . Din punct de vedere al naturii petrografice nisipurile şi pietrişurile pot fi împărţite în: nisipuri formate din minerale simple şi din amestecurile de minerale simple.

Din prima grupă fac parte nisipurile care au ca bază:

- bioxid de siliciu;
- carbonat de calciu;
- sulfuri metalice şi sulfat de calciu.

Nisipuri avînd ca bază bioxidul de siliciu (silicea).

Se găsesc sub formă de cuarţ, cremene, kieselgur (pămînt de diatomee, pămînt de infuzorii) şi sînt cele mai recomandabile nisipuri pentru mortare şi betoane.

Ele rezistă în cele mai bune condiţiuni la acţiunea agenţilor atmosferici şi a apelor încărcate cu bioxid de carbon.

Nisipuri avînd ca bază carbonatul de calciu, sub formă de calcare dure, cristalizate (marmore) sau amorfe. Mortarele şi betoanele confecţionate cu nisipuri provenite din calcare, nu sînt rezistente la acţiunea agenţilor atmosferici sau a apei încărcate cu bioxid de carbon.

Scanned with OKEN Scanner

Nisipul de bazalt - de asemenea nu e recomandabil, avînd adesea prea multe părţi fine obţinute la concasare şi impurităţi, în special argilă ce se găseşte în masa rocii.

Se va observa dacă materialul uscat la aer este pămîntos sau nu, dacă conţine impurităţi sau elemente alterate. Cînd nisipul nu este pămîntos, boabele de nisip nu se lipesc între ele şi luate în mînă, curg uşor printre degete. Impurităţile se pot observa dacă amestecăm nisipul cu apă; resturile vegetale vor pluti pe apă, iar în nisipul spălat ce rămîne, mica, pirite şi resturile de cărbune se disting mai uşor. Impurităţile mai pot fi observate dacă se amestecă cu o soluţie de clorură de calciu saturată a cărei greutate este de 1,4 g/cm^3.

Părţile care plutesc sînt separate, spălate, uscate, cîntărite şi raportate la %.

Natura petrografică . Din punct de vedere al naturii petrografice nisipurile şi pietrişurile pot fi împărţite în: nisipuri formate din minerale simple şi din amestecurile de minerale simple.

Din prima grupă fac parte nisipurile care au ca bază:

- bioxid de siliciu;
- carbonat de calciu;
- sulfuri metalice şi sulfat de calciu.

Nisipuri avînd ca bază bioxidul de siliciu (silicea).

Se găsesc sub formă de cuarţ, cremene, kieselgur (pămînt de diatomee, pămînt de infuzorii) şi sînt cele mai recomandabile nisipuri pentru mortare şi betoane.

Ele rezistă în cele mai bune condiţiuni la secţiunea agenţilor atmosferici şi a apelor încărcate cu bioxid de carbon.

Nisipuri avînd ca bază barbonatul de calciu, sub formă de calcare dure, cristalizate (marmore) sau amorfe. Mortarele şi betoanele confecţionate cu nisipuri provenite din calcare, nu sînt rezistente la acţiunea agenţilor atmosferici sau a apei încărcate cu bioxid de carbon.

Scanned with OKEN Scanner

Nisipuri avînd ca bază combinaţiuni ale sulfului.-sulfuri metalice şi sulfat de calciu (piatra de ghips). Acestea nu se pot întrebuinţa în mortare şi betoane, nefiind inerte faţă de ciment.

Din grupa nisipurilor alcătuite din amestecuri de minerale simple distingem:

- nisipuri obţinute prin concasare din roci de natură eruptivă sau metamorfică (şisturi cristaline): granit,porfir, gabrou, trachit, gneis, dacite, roci andezitice, tufuri vulcanice, micaşisturi etc.

Toate aceste roci conţin, în cantitate mai mare sau mai mică, feldspat mineral care nu rezistă acţiunii agenţilor atmosferici şi apelor încărcate cu bioxid de carbon.

Granitul şi porfirul.- sînt roci bogate în cuarţ:dintre rocile amintite mai sus ele dau cele mai bune rezultate.

Tufurile vulcanice, îşi găsesc întrebuinţarea nu numai ca nisip ci şi ca adausuri hidraulice la mortare şi betoane (în stare de pulbere fină) pentru a le mări compactitatea, a le micşora permiabilitatea la apă şi a le mări rezistenţa la acţiunea apelor agresive.

Nisipurile de carieră, rîu, coasta mării şi dune marine sînt în general formate din cuarţ aproape curat şi găsesc o întrebuinţare generală. Foarte adeseori aceste nisipuri conţin cantităţi apreciabile de mică, ceea ce le face să nu-şi poată găsi întrebuinţare acolo unde se vor cere mortarelor şi betoanelor rezistenţe mari la compresiune şi o compactitate mare.

Nisipuri provenind din gresii.

Gresiile sînt formate în majoritatea cazurilor din grăunţe de cuarţ curat rotunjit, cimentate. După natura cimentului gresiile sînt: gresii silicioase (grăunţele de cuarţ fiind cimentate prin silice), gresii calcaroase (cimentarea fiind prin calcar), gresii argiloase (cimentarea fiind prin argilă), gresii ferugionase (cimentarea fiind printr-un ciment

foarte bogat în oxid de fier). Cuartitele sînt tot gresii,dar de formaţiune veche, grăunţele de cuarţ fiind cimentate şi aproape contopite printr-un ciment de cuarţ, silicea provenind din acţiunea apelor silicioase prin depunere.

Nisipurile de cuarţite dau rezultate foarte bune şi au întrebuinţare generală. Rezultate foarte bune se obţin şi cu gresiile silicioase. Gresiile calcaroase se vor întrebuinţa numai acolo unde mortarele şi betoanele nu vor suferi acţiunea agenţilor atmosferici, sau a apei încărcate cu bioxid de carbon.

Gresiile argiloase şi cele feruginoase, nu sînt recomandate.

Rocile ce se vor utiliza la formarea nisipului şi a pietrei sparte prin măcinare nu trebuie să prezinte pete roşietice sau închise, vine şi crăpături rezultate în urma scurgerii apelor de ploaie sau de infiltraţie.

Asemenea pete indică dizolvarea mineralelor din rocă, care deci se dezagregă sub acţiunea agenţilor atmosferici sau a apelor încărcate cu bioxid de carbon.

Pentru agregate > 7 mm.

Se va observa dacă:

- granulele sînt din material dur,omogen sau sînt stratificate;
- au corpuri străine;
- au forme rotunjite, lamelare, aciculare;
- au suprafeţe netede sau aspre;
- au urme de alterare din intemperii.

Determinări fizice.

Determinarea conţinutului de corpuri străine mari.

Agregatul necesar betonului trebuie să fie curat, adică să nu conţină pirită, mică, resturi de cărbune, săruri, săruri solubile, resturi vegetale sau animale şi argilă în bucăţi, resturi de scoici (în nisipul de mare).

Se permite ca agregatele să conţină următoarele impurităţi tolerate, în limitele prevăzute de STAS 1667-62 (tabelul nr. 48).

Tabelul 48

Impurităţi tolerante

Denumirea impurităţilor	LIMITE ADMISIBILE				
	Mortare pînă la marca			betoane de marcă	
	B25	B50	B100	B250	B250
Mică(insort 57 mm) % max	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Cărbune(" 7 mm) % max	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Humus (culoarea soluţiei de NaOH	gal-benă	gal-benă	gal-benă	gal-benă	galbe-nă des-chis
Părţi levigabile:					
- în sort: 57 mm % max	8	5	3	5	3
- " 7 mm % max	-	-	-	2	0
- în agregat total % max	-	-	-	3	1
Sulfaţi, sulfuri (SO_3) % max	1	1	1	1	1

Pentru determinarea conţinutului de corpuri străine mari, se ia din proba reprezentativă o cantitate de 5 kg, care se cîntăreşte într-un vas a cărui masă a fost determinată în prealabil. Se răstoarnă conţinutul vasului pe o platformă acoperită cu hîrtie şi se aleg corpurile străine, care se îndepărtează, apoi se toarnă agregatul la loc în vas şi se cîntăreşte din nou. Diferenţa reprezintă masa corpurilor străine.

Procentul de corpuri străine se calculează cu formula:

$$\text{corpuri străine} = \frac{m - m_1}{m} \cdot 100\ \%$$

în care:

m - masa agregatului brut, în g

m_1 - masa agregatului curăţat de corpuri străine, în g.

Determinarea părţii levigabile (elemente foarte fine şi materiale solubile):

Partea levigabilă poate influenţa în bine betonul, mărindu-i lucrabilitatea, dacă este în cantitate redusă şi anume

max. 3 % în greutate la betoanele de marcă mai mică sau egală cu B_{250} şi max. 1 % la betoanele de marcă mai mare ca B_{250}. Pentru nisip sînt limitate între 3-8 % (tabelul nr. 48) -STAS 1667-62).

In cantitate mai mare şi mai ales dacă este natură argiloasă (fie sub formă de granule, fie sub formă de pelicule pe granulele de agregat)partea levigabilă provoacă o scădere a rezistenţelor mecanice ale betonului; în acest caz, nisipul sau pietrişul (împreună sau separat)pot fi admise la prepararea betoanelor numai dacă, prin spălare, procentul de parte levigabilă este scăzut în limitele admise.

Determinarea părţii levigabile se face prin spălare, într-un vas smălţuit de 2 l capacitate pentru nisip şi 10 l capacitate pentru pietriş, balast sau piatră spartă. In vas se introduc 500 g nisip, respectiv 5000 g agregat din grămada de agregat bine amestecat. Această probă este uscată bine pînă la masă constantă (m, în grame). Uscarea pînă la masă constantă se consideră cînd, între două cîntăriri succesive, diferenţa e mai mică de 0,1 g la probele pînă la 200 g, şi maximum 1 g la probele peste 200 g. Timpul între ultimele două cîntăriri trebuie să fie de minimum 3 ore, uscarea făcîndu-se la temperatura de 105°..... 110°C.

Se separă agregatul $\leq$ 7 mm printr-un ciur cu ochiuri de 7 mm.

Materialul rămas pe ciur este spălat cu apă curat, apa de spălare este colectată, iar restul rămas pe ciur este uscat pînă la masă constantă (m_1, în grame).

Agregatul $\leq$ 7 mm este pus în vasul de 2 l , se varsă în vas şi apa de spălare anterior colectată, cu toate materiile pe care le conţine şi se adaugă, dacă este cazul, cantitatea de apă curată necesară pentru ca proba să fie complet sub apă.

Conţinutul este agitat puternic timp de 15 secunde şi apoi se lasă în repaus 15 secunde; după acest timp se varsă apa din vas, avînd grijă de a nu lăsa să fie antrenat şi agregatul, apa se strecoară pe o sită cu ochiuri de 0,09 mm şi tot materialul rămas pe sită este reamestecat cu agregatul din vas.

Scanned with OKEN Scanner

Această operaţie de spălare a agregatului este repetată pînă ce apa de clătire rămîne limpede. După aceasta agregatul este uscat pînă la masă constantă (m_2, în grame).

Procentul de părţi levigabile conţinute în agregat se calculează cu formula:

$$\text{părţi levigabile} = \frac{m - m_1 - m_2}{m} \cdot 100\ \%$$

Ca rezultat se consideră media a trei determinări.

Determinarea părţilor levigabile se poate face şi prin metoda următoare:

Agregatul în cantitate de 5000 g, uscat pînă la masă constantă se introduce într-un vas de tablă înalt de 30 cm şi cu diametrul de 40 mm pentru spălare.

Se toarnă apă curată pînă la o înălţime de 20 cm deasupra stratului de agregat şi se spală bine prin amestecare timp de 5 minute cu o vergea de metal de 10 mm diametru, îmbrăcată la un capăt pe o lungime de circa 10 cm, cu un tub de cauciuc.

Se lasă în repaus timp de 2 minute, după care se scurge apa cu o ţeavă sifon, avînd diametrul interior de 10 mm, al cărui capăt trebuie să ajungă la cel puţin 3 cm deasupra stratului de material.

Se repetă spălarea cu apă curată, pînă ce aceasta rămîne limpede. Agregatul spălat şi scurs se usucă pînă la masă constantă.

Conţinutul în părţi levigabile, în procente se calculează cu formula:

$$\text{părţi levigabile} = \frac{m - m_1}{m} \cdot 100\ \%$$

în care:

m - masa materialului uscat înainte de spălare, în g.

m_1 - masa materialului uscat după spălare, în g.

Rezultatul este media a trei determinări.

Exemplu de determinare a levigabilului la fracţiunea nisip 0-7 mm s-a cîntărit:

masa materialului uscat..... m = 500 g
masa materialului spălat
şi uscat.....m_1 = 480 g

% părţi levigabile = $\frac{500 - 480}{500} \cdot 100 = 4$ %

Tabelul 49

Inregistrarea rezultatelor

	% PARTI LEVIGABILE = $\frac{m - m_1}{m} 100$		
	Determinarea I	Determinarea II	Determinarea III
masa materialului uscat înainte de spălare m(g)			
masa materialului uscat după spălare m_1 (g)			
M E D I A			

Determinarea conţinutului de mică liberă din nisip.

Se efectuează această determinare dacă se constată vizibil că nisipul este bogat în lamele strălucitoare. Determinarea se face printr-un curent de apă ascendent.

Se ia 100 g. agregat < 7 mm şi se sortează în 13 fracţiuni pe ciururile şi sitele cu ochiuri de 7; 3; 2; 1; 0,6; 0,5; 0,4; 0,3; 0,25; 0,2; 0,15; 0,12 şi 0,1 mm.

Din fracţiunile 3.... 7 mm şi 2 ..... 3 mm mica se extrage cu o pensetă, iar din restul fracţiunilor prin antrenarea ei într-un curent de apă ascendent.

In acest scop, fracţiunea respectivă se introduce într-un balon Würtz (fig. 75) în care se produce un barbotaj în masa agregatului prin trecerea unui curent de apă ascendent.

Se reglează viteza curentului de apă astfel încît să nu antreneze decît lamelele de mică. Lamelele de mică antrenate de curentul de apă sînt reţinute pe o sită montată la capătul de evacuare a apei.

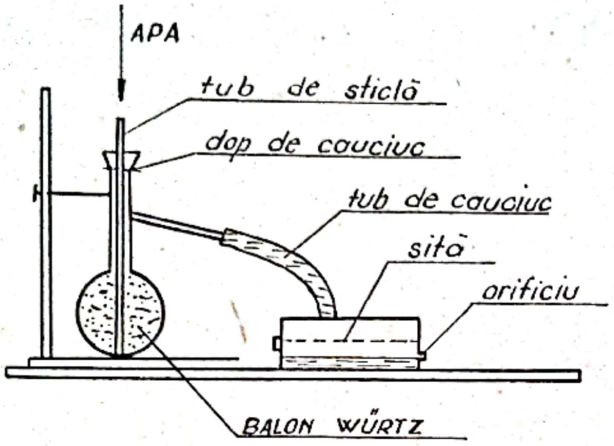


Fig. 75.

Determinarea se consideră terminată atunci cînd nu se mai văd lamele de mică în curentul ascendent, la luminarea cu un bec a balonului din exterior. Operaţia durează în jur de o oră pentru fiecare fracţiune.

Se cîntăreşte mica astfel colectată şi se face suma cantităţilor rezultate din toate cele 13 fracţiuni.

Masa totală de mică arată procentul de lamele de mică aflat în agregat. Procentul de mică, admis în nisip este maximum o,5 %.

Prezenţa unei cantităţi prea mari de mică în nisip reduce rezistenţa mortarelor şi betoanelor din cauza formei lamelare a granulelor de mică.

Determinarea conţinutului de humus.

Humusul sau acizii humici provin din descompunerea resturilor vegetale cu care a fost amestecat agregatul. Prin prezenţa sa el împiedică mersul normal al prizei şi întăririi cimentului şi formează pelicule în jurul granulelor nisip, împiedicînd legarea directă a pastei de liant de granule. Acizii humici şînt solubili în soluţiile de hidroxid de sodiu sau de potasiu.

Pentru determinarea conţinutului de humus se ia o probă de 2oo cm^3 agregat natural (neuscat) care trece prin ciurul nr. 7R STAS 1o78-5o, se introduce într-un cilindru gradat de

5oo ml sau într-o sticlă, cu gîtul larg, marcată şi se toarnă deasupra o soluţie de hidroxid de sodiu (NaOH) 3 %, în cantitate suficientă pentru ca volumul ocupat de soluţie şi agregat să fie de 3oo cm^3. Intre dop şi gîtul cilindrului gradat se introduce o fîşie de hîrtie pentru a se evita lipirea dopului de pereţii cilindrului. Se pune dopul şi se agită timp de 5 minute. Se lasă apoi în repaus pînă a doua zi. După 24 ore se observă culoarea soluţiei de hidroxid de sodiu, care se apreciază prin comparaţie cu soluţia etalon.

Dacă lichidul este fără culoare sau are o uşoară colorate în galben, se consideră că materialul este foarte bun.

Dacă lichidul este colorat mai puternic decît galben deschis, fără a depăşi culoarea galben închis, materialul se va considera bun, însă nu se va întrebuinţa la betoane de mare rezistenţă.

Dacă lichidul are o culoare roşiatică sau brună, este bogat în humus şi deci nu poate fi întrebuinţat. Dacă însă nu se va dispune pe şantier de alt nisip, o spălare puternică va îndepărta humusul (după spălare se va face din nou proba cu NaOH) dar în acelaşi timp va reduce în bună parte din granulele fine ale nisipului, ceea ce va provoca o reducere a lucrabilităţii betonului.

In exemplu de mai jos se pune în evidenţă în urma unor cercetări efectuate în laborator cît de mare este influenţa spălării nisipului asupra rezistenţelor mecanice ale betoanelor.

S-a primit de la un şantier un nisip care în stare iniţială a avut un conţinut de parte levigabilă de 3,8 %. Supus spălării partea levigabilă a scăzut la o,9 %.

S-a determinat granulozitatea nisipului înainte şi după spălare, obţinîndu-se următoarele valori (tabelul nr. 5o):

Tabelul 5o.

prin ciurul (sita) de.. mm	o,2	1	3	5
trece % nisip brut	22,7	5o,o	64,3	loo
trece % nisip spălat	15,7	4o,3	54,9	loo

Se observă deci un prim rezultat: prin spălare şi calităţile nisipului, în cazul de faţă, s-au îmbunătăţit.

Atît cu nisipul brut cît şi cu cel spălat s-au confecţionat betoane în care nisipul a intrat în proporţie de 45 %, dozajul în ciment fiind de 3oo kg/m^3 de beton. Amestecul a fost pus în lucrare prin vibrare.

Rezultatele obţinute atît asupra betoanelor proaspete cît şi asupra celor întărite sînt prezentate în tabelul nr.51.

Tabelul 51.

Influenţa spălării nisipului asupra proprietăţilor betonului.

Felul nisipului	Dozaj prescris kgf/m^3	Dozaj real kgf/m^3	Raport a/c	Greutate specifică kgf/m^3	Rezistenţa mecanică kgf/cm^2					
					Compresiune			încovoiere		
					zile	zile	zile	zile	zile	zile
brut	3oo	3o3	o,64	245o	212	263	293	39	75	57
spălat	3oo	3o4	o,57	2447	314	321	338	49	57	6o

Din examinarea datelor din acest tabel se vede clar că prin spălarea nisipului se îmbunătăţeşte foarte mult calitatea betonului, dozajul în ciment rămînînd neschimbat; astfel rapoartele a/c au fost reduse, iar rezistenţele mecanice au fost mărite: la încercarea de 28 zile rezistenţa la compresiune fiind sporită cu 48 % iar rezistenţa la încovoiere cu 25 %.

Determinarea conţinutului de cărbune.

Se ia o cantitate de 5oo g agregat uscat pînă la greutate uscată, cîntărită la balanţa tehnică şi se introduce într-un cilindru gradat, în care se toarnă soluţie saturată de clorură de calciu cu densitatea specifică 1,4 g/ml sau o soluţie 5o % de clorură de zinc cu ρ_a = 1,5 g/ml într-o cantitate care să acopere agregatul cercetat cu un strat egal cu înălţimea acestuia. Se agită bine, se lasă să se sedimenteze agregatul, iar lichidul la suprafaţa căruia s-a separat cărbunele,

se filtrează pe o hîrtie de filtru cantitativă. Se spală filtrul cu apă distilată de mai multe ori, pentru îndepărtarea clorurii de calciu. Se usucă în etuvă pînă la masă constantă.

Conţinutul de cărbune în procente, se calculează cu formula:

$$\text{cărbune} = \frac{m_1}{m} \cdot 100\ \%$$

în care:

m - masa agregatului luat pentru determinare, în g.

m_1 - masa cărbunelui, în g.

Conţinutul de cărbune se socoteşte media a trei determinări.

Cantitatea de cărbune admisă în agregat este de maximum 0,5 %. Resturile de cărbune în agregat produc expansiuni în masa cimentului, deoarece conţin sulf 0,25 % care în contact cu aerul se oxidează în sulfaţi; de asemenea cărbunii reţin o mare cantitate de apă ceea ce reduce rezistenţele la gelivitate şi au rezistenţă mecanică redusă.

Tabelul 52

Inregistrarea rezultatelor

	Conţinutul de cărbune la % = $\frac{m_1}{m}$ 100		
	determinarea I	determinarea II	determinarea III
masa agregatului luat pt.determinare (n) g			
masa de cărbune m_1 g			
M E D I A			

Determinarea umidităţii.

Umiditatea influenţează foarte mult volumul aparent al nisipului. Dacă se pleacă de la un nisip uscat, care se umezeşte

treptat cu procente crescînde de apă, volumul său se măreşte, atingînd valoarea maximă pentru un conţinut de 45 % umiditate după care scade din nou (această valoare este funcţie de fineţea nisipului).

De exemplu, un litru de nisip uscat cîntăreşte aproximativ 1,7 kg iar dacă are 4 % umiditate, numai aproximativ 1,3 kg, deci volumul său s-a mărit cu 3o %. La pietriş, din cauza mărimii granulelor, umiditatea nu mai produce o umflare atît de însemnată ca la nisip.

Această umflare nu trebuie interpretată ca o mărime a volumului fiecărei granule de nisip, ea este provocată de creşterea aderenţei între granule umezite, ceea ce provoacă o afînare mai mare, cînd nisipul este turnat în cutia de măsurat.

Este deci uşor de înţeles ce variaţii mari vor fi în compoziţia unui beton, dacă nisipul utilizat are o umiditate variabilă (şi dozarea agregatelor se face în volume).

Pe de altă parte, cantitatea de apă de amestecare fiind unul dintre factorii determinanţi ai rezistenţelor betonului, la dozarea ei, (şi a calculării raportului apă: ciment)trebuie să se ţină seama atît de cantitatea de apă adăugată, cît şi de cea introdusă prin umiditatea agregatelor.

Umiditatea trebuie deci terminată atît la recepţia nisipului cît şi la fiecare început de întrebuinţare a unui lot sau la orice schimbare a condiţiilor de mediu înconjurător (ploaie, arşiţă etc.).

Din proba medie de agregat se cîntăreşte 1 kg agregat $\leq$ 7 mm sau 5 kg din celelalte agregate.

In laborator, agregatul se usucă în etuvă pînă la masă constantă.

Pe şantier, agregatul se întinde într-un strat subţire, într-o tavă de oţel neemailată şi se încălzeşte moderat, aşa ca să nu se înroşească fundul tăvii, agitînd agregatul în permanenţă. Incălzirea se face pînă cînd agregatul se usucă la masă constantă, adică pînă cînd apropiind o placă de sticlă rece şi uscată de suprafaţa agregatului fierbinte, sticla nu se mai aburește.

Se va lăsa agregatul să se răcească puţin şi apoi se va cîntări din nou.

Umiditatea se calculează cu formula:

$$\text{Umiditatea} = \frac{m - m_1}{m} \cdot 100\ \%$$

în care:

m - masa agregatului umed, în g.

m_1 - masa agregatului uscat, în g.

Rezultatul este media a trei determinări.

Exemplu de determinare a umidităţii.

Cantitatea de material cercetată..... 5000 g
Determinarea I, rezidiu uscat..... 4879,5 g
Determinarea II..... 4857,5 g
Determinarea III ..... 4873,0 g
Total I + II + III..... 14618,0 g
Media..... 4870,0 g

$$\text{Umiditatea} = \frac{5000 - 4870}{5000} \cdot 100 = 2,6\ \%$$

Tabelul 5a

Inregistrarea rezultatelor

	Umiditatea $= \frac{m - m_1}{m} \cdot 100\ \%$		
	Determinarea I	Determinarea II	Determinarea III
Masa agregatului umed m(grame)			
Masa agregatului uscat m(grame)			
M E D I A			

Determinarea capacităţii de absorbţie a apei la granulele > 7 mm.

Determinarea se efectuează în aceleaşi condiţii ca la piatra naturală de construcţii (vezi referat "Piatra naturală de construcţii" pag. 159).

Densitatea agregatelor.

Determinarea densităţii (masei specifice) ρ (de consult - referatul "Piatra naturală de construcţii" - Încercări fizice, pag. 159).

Această determinare, se efectuează cu scopul de a aprecia calitatea agregatelor, rezistenţele lor mecanice şi pentru a efectua trecerea de la cantităţi exprimate în greutate la cantităţi exprimate în volume şi invers.

Determinarea densităţii aparente. ρ_a (a se consulta pentru această determinare referatul "Piatra naturală de construcţii", "Incercări fizice" pag. 159).

Determinarea densităţii în grămadă (vrac) în stare uscată. ρ_g (kg /dm^3).

Densitatea în grămadă (ρ_g) este greutatea unităţii de volum a materialului uscat, inclusiv golurile dintre granule şi ea poate fi determinată în stare afînată (ρ_{ga}) sau în stare îndesată ($\rho_{gî}$).

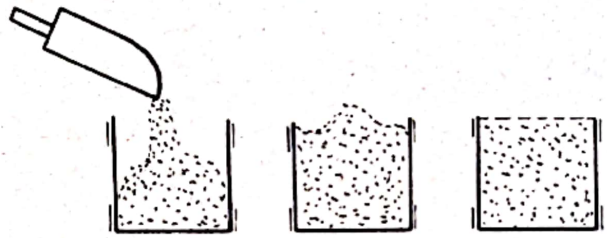
Cunoaşterea acestei caracteristici a nisipului este absolut necesară, pentru că în laborator toate determinările asupra nisipurilor, precum şi stabilirea compoziţiei optime pentru un beton de calitate bună se fac cu materialele luate în greutate, iar la betonieră, nisipul şi pietrişul se măsoară în volume, măsurarea în greutate făcîndu-se numai la fabricile moderne de beton. De aceea este necesar să se cunoască greutăţile unităţilor de volum ale materialelor spre a putea face trecerea de la greutăţi la volume.

Determinările făcute cu materialul în stare uscată servesc pentru aflarea compoziţiei celui mai bun amestec de agregate

(nisip + pietriş) pentru betoane, iar determinarea făcută cu materialul umed serveşte la transformarea greutăţii în volum, în vederea prescripţiei care trebuie să se dea pentru betoane.

Uscarea agregatului se face prin încălzire pe o tavă de oţel, pînă cînd o placă de sticlă rece apropiată de suprafaţa materialului nu se mai aburește.

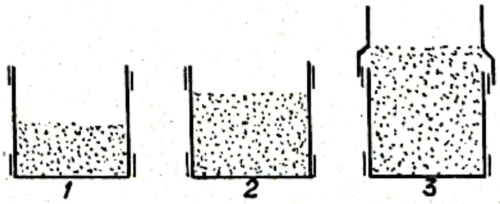
Pentru determinarea densităţii în grămadă în stare afînată se introduce materialul cu o scafă într-un vas cilindric de metal de capacitate cunoscută, cîntărit în prealabil (m), turnarea făcîndu-se de la o înălţime de 10 cm pînă la umplerea cu vîrf, după care surplusul de agregat din vaş este înlăturat prin răzuirea vasului cu o riglă de metal (fig. 76).



Determinarea densităţii în grămadă în stare afînată

Fig. 76.

Pentru determinarea densităţii în grămadă în stare îndesată, agregatul se introduce în trei straturi de grosime egală. Pentru fiecare strat, vasul se bate de 50 ori cu fundul de o masă de lemn. La turnarea ultimului strat, se va adăuga la vas un prelungitor de forma unei rame cilindrice de acelaşi diametru, înaltă de 5 cm (fig. 77). Se umple vasul şi rama procedîndu-se



Determinarea densităţii în grămadă în stare îndesată.

Fig. 77.

ca mai sus, apoi se scoate rama. Pentru îndesare se poate folosi şi o masă vibrantă cu 3ooo vibraţii pe minut şi în acest caz vasul, inclusiv rama, umplut cu material, se vibrează timp de 3 minute, după care se scoate rama.

Vasele necesare determinării densităţii în grămadă vor avea dimensiunile în funcţie de mărimea granulelor agregatului, conform STAS 4606-62 (tabelul nr. 54).

Tabelul 54.

Dimensiunile vaselor pentru determinarea densităţii în gramadă.

Diametrul maxim al granulei (mm)	Volumul vasului (litri)	Dimensiunea vasului	
		Diametru interior	Înălţimea interioară
Pînă la 7	1	1o8	1o9
Pînă la 3o	5	185	186
Peste 3o	1o	234	233

Surplusul de agregat din vas este înlăturat prin răzuire cu o riglă de metal. In cazul agregatului mare, dacă rămîn goluri, se vor umple prin adăugarea şi aşezarea de agregat cu mîna, astfel ca vasul să fie plin ras.

Se cîntăreşte vasul cu agregat în stare afînată (m_1), respectiv în stare îndesată (m_2):

$$\rho_{ga} = \frac{m_1 - m}{V} \text{ kg/dm}^2 \qquad \rho_{gî} = \frac{m_2 - m}{V} \text{ kg/dm}^3$$

în care:

ρ_{ga} - densitatea în grămadă în stare afînată, în kg/dm^3

$\rho_{gî}$ - densitatea în grămadă în stare îndesată, în kg/dm^3

m - masa vasului, în kg

m_1 - masa vasului cu agregat în stare afînată, în kg
m_2 - masa vasului cu agregat în stare îndesată, în kg
V - volumul vasului, în dm^3.

Densitatea în grămadă a agregatului se calculează cu media aritmetică a 3 determinări şi se exprimă în kg/dm^3.

Exemplu de determinare a ρ_{ga} la o fracţiune de pietriş 7/15 mm.

- greutatea vasului gol..... 486o g = m
- greutatea vasului de 5 l + materialul afînat..12olo g= m_1
- volumul vasului.....5ooo cm^3=V

$$\rho_{ga} = \frac{12olo - 486o}{5ooo} = 1,43 \text{ g/cm}^3 \text{(sau 143o kg/m}^3\text{)}$$

Făcîndu-se încă două determinări cu material uscat din acelaşi lot s-au găsit valorile:

determinarea II ..... ρ_{ga} = 1,4o g/cm^3
determinarea III..... ρ_{ga} = 1,46 g/cm^3

$$\text{Media} = \frac{1,43 + 1,4o + 1,46}{3} = 1,43 \text{ g/cm}^3$$

Exemplu de determinare a $\rho_{gî}$ la o fracţiune de pietriş 7/15 mm.

- greutatea vasului.....486o g = m
- greutatea vasului (de 5 l) + material îndesat...13285 g= m_2
- volumul vasului..... 5ooo cm^3 = V

$$\rho_{gî} = \frac{13285 - 486o}{5ooo} = 1,685 \text{ g/cm}^3 \text{ (sau 1685 kg/m}^3\text{)}$$

Făcîndu-se încă două determinări cu materiale uscate din acelaşi lot s-au găsit valorile:

Scanned with OKEN Scanner

determinarea II..... $\rho_{gî} = 1,700$ g/cm^3
determinarea III..... $\rho_{gî} = 1,670$ g/cm^3

$$\text{Media} = \frac{1,685 + 1,700 + 1,670}{3} = 1,685 \text{ g/cm}^3$$

Tabelul 55

Înregistrarea rezultatelor

	DENSITATEA IN GRAMADA IN STARE USCATA					
	afînată $\rho_{ga} = \frac{m_1 - m}{V}$ Kg/dm^3			îndesată $\rho_{gî} = \frac{m_2 - m}{V}$ Kg/dm^3		
	det. I	det. II	det. III	det. I	det. II	det. III
Capacitatea vasului (v) (dm^3)						
masa vasului m (kg)						
masa vasului cu agregat în stare afînată m_2 kg						
masa vasului cu agregat în stare îndesată m_2 kg						
Media (ρ_{ga} sau $\rho_{gî}$)						

Determinarea densității în gramadă (vrac) în stare de umiditate naturală ρ_{gu} (kg/dm^3)

Determinarea se efectuează prin cîntărirea unui volum determinat de agregate în vase sau cutii ale căror dimensiuni sînt stabilite în raport cu mărimea granulelor agregatului supus examinării (tabelul 54).

Agregatul se introduce prin cădere liberă de la înălțimea de 10 cm în vasul de măsurat, cîntărit în prealabil (m_1),

pînă la formarea unui con. Surplusul de agregat este înlăturat prin răzuire cu o rigla metalică după care vasul cu agregat se cîntăreşte (m_2).

Densitatea în grămadă, în stare de umiditate naturală, se calculează după formula:

$$\rho_{gu} = \frac{m_2 - m_1}{V} \text{ kg/dm}^3$$

în care:

ρ_{gu} - densitatea în grămadă în stare de umiditate naturală, în kg/dm^3.
m_1 - masa vasului de măsurat gol, în kg.
m_2 - masa vasului de măsurat cu agregat, în kg.
V - volumul de măsurat, în dm^3.

Rezultatul se calculează ca media aritmetică a trei determinări (pentru fiecare determinare luîndu-se o nouă cantitate de agregat) şi se exprimă în kg/dm^3.

Exemplu de determinare a lui ρ_{gu} la o fracţiune de pietriş 7 - 15 mm.

- greutatea vasului + material.....57100 g = m_2
- greutatea vasului gol..... 12460 g = m_1
- volumul vasului ..... 50000 cm^3 = V

$$\rho_{gu} = \frac{57100 - 12460}{50000} = 1{,}39 \text{ g/cm}^3 \text{ (sau 1390 kg/m}^3\text{)}$$

Făcîndu-se încă două determinări cu pietriş în stare de umiditate naturală, din acelaşi lot, s-au găsit următoarele valori:

-determinarea II.....ρ_{gu} = 1,43 g/cm^3
-determinarea III..... ρ_{ga} = 1,37 g/cm^3

$$\rho_{gu \text{ mediu}} = \frac{1{,}39 + 1{,}43 + 1{,}37}{3} = 1{,}40 \text{ g/cm}^3 \text{ (sau 1400 kg/m}^3\text{)}$$

Tabelul 56

Inregistrarea rezultatelor

	Densitatea în grămadă(vrac)în stare de umiditate naturală		
	determinarea I	determinarea II	determinarea III
masa vasului gol m_1 (kg)			
masa vasului + agregat m_2(kg)			
volumul vasului (dm^3)			
Media $g = \frac{m_2 - m_1}{V}$			

Determinarea volumului de goluri dintre granule.

Mărimea granulelor agregatelor, adică compoziţia granulometrică a agregatelor exercită o influenţă considerabilă asupra proprietăţilor mortarelor şi betoanelor şi anume:asupra duratei de întărire, rezistenţei la rupere, porozităţii, permiabilităţii, rezistenţei la acţiunea apelor agresive etc.

Forma şi structura agregatelor precum şi starea suprafeţei lor, sînt de asemenea caracteristici importante în rezistenţa şi compactitatea betonului şi mortarului. Rezultă că volumul de goluri dintre granulele agregatului trebuie să fie cît mai mic, pentru a reduce dozajalde liant. Volumul de goluri de nisip se determină în felul următor: în vasul umplut cu material (ca pentru determinarea densităţii aparente în stare afînată, respectiv îndesată) se toarnă cu încetul apă pînă ce apa apare la suprafaţă materialului. Prin cîntărire se deduce volumul apei, care reprezintă volumul golurilor şi se exprimă în procente din volumul iniţial al materialului în stare afînată, respectiv îndesată. Exprimînd în procente se obţine:

$$\text{Vol. goluri} = \frac{m_2 - m_1}{V} \cdot 100\ \%$$

în care:

m_1 - masa vasului cu nisip, kg
m_2 - masa vasului cu nisip + apă, kg
V - volumul vasului = volumul nisipului, dm^3

La determinarea volumului de goluri de pietriș, se saturează materialul în prealabil cu apă, pînă la masă constantă, pentru a elimina cinfluența porilor deschiși. Se trece agregatul din vasul în care s-a saturat pe un ciur cu diametrul ochiurilor mai mic decît cel care a servit la separarea fracțiunii respective, pentru a permite apei să se scurgă.

După 3o minute, se ia agregatul cu o scafă și se toarnă de la înălțimea de 1o cm, într-un vas de dimensiunile specificate în tabelul nr. 54. Excesul de agregat se îndepărtează cu o riglă, apoi se cîntărește vasul (m).

Se umple vasul cu apă curată pînă la margine și se cîntărește din nou (m_1). Prin diferență se obține masa apei, care reprezintă volumul de goluri.

In timpul acestei operații, vasul nu trebuie să fie scuturat.

Volumul de goluri în procente se calculează cu formula:

$$\text{Volumul de goluri} = \frac{m_1 - m}{V \cdot \rho_a} \cdot 1oo\ \%$$

în care:

m - masa vasului cu agregat saturat, în kg.
m_1 - masa vasului cu agregat saturat și cu apă, în kg
V - volumul vasului întrebuințat, în dm^3
ρ_a - densitatea apei, în kg/dm^3

Volumul de goluri în procente, se poate calcula și cu formula de mai jos, cînd se cunoaște densitatea aparentă și densitatea în grămadă în stare afînată și uscată a agregatului:

$$\text{Volumul de goluri} = 1 - \frac{\rho_{ga}}{\rho_{ap}} \cdot 1oo\ \%$$

în care:

ρ_{ga} - densitatea în grămadă a agregatului, în stare afînată şi uscată, în kg/dm^3.

ρ_{ap} - densitatea aparentă a agregatului, în kg/dm^3.

Exemplu de determinarea volumului de goluri la fracţiunea de pietriş 7 - 15 mm.

In stare afînată volumul de goluri = $(1 - \frac{\rho_{ga}}{\rho_{ap}})$ 100 %

ρ_{ga} = 1,43 kg/dm^3

ρ_{ap} = 2,62 kg/dm^3

volumul de goluri = $(1 - \frac{1,43}{2,62})$ 100 = 41 %

In stare îndesată volumul de goluri % = $(1 - \frac{\rho_{gî}}{\rho_{ap}})$. 100

$\rho_{gî}$ = 1,685 kg/dm^3

ρ_{ga} = 2,620 kg/dm^3

volumul de goluri = $(1 - \frac{1,685}{2,620})$ 100 = 36 %

Cunoscînd volumul de goluri la pietriş se poate calcula cantitatea de nisip necesară unui amestec pentru a obţine un agregat cu volum minim de goluri.

Tabelul 57

Inregistrarea rezultatelor

	în stare afînată $=(1 - \frac{\rho_{ga}}{\rho_{ap}}) \cdot 100$	în stare îndesată $=(1 - \frac{\rho_{gî}}{\rho_{ap}}) \cdot 100$
Densitatea în grămadă în stare uscată şi afînată (ρ_{ga}) kg/dm^3		
Densitatea în grămadă în stare uscată şi îndesată ($\rho_{gî}$) kg/dm^3		
Densitatea aparentă (ρ_{ap}) kg/dm^3		

Volumul golurilor în stare afînată nu trebuie să depăşească 4o % la agregate cu granule $\leq$ 7 mm şi 45 % la agregate cu granule $\geq$ 7 mm.

Determinarea creşterii volumului agregatului $\leq$ 7 mm prin umiditate (înfoierea nisipului).

Cu cît avem de a face cu un nisip mai fin, cu atît umiditatea ce conţine îi va influenţa mai mult volumul, variaţia de volum fiind cam de lo ori mai mare decît variaţia corespunzătoare de umiditate.

S-a putut astfel constata că plecînd de la nisipul uscat şi introducîndu-i treptat umiditate, volumul său creşte continuu, atingînd un maximum de umflare pentru un conţinut în apă de 4-5 %; acest maximum reprezintă o creştere de volum de 25-38 %, fiind cu atît mai mare, cu cît nisipul este mai fin. Continuînd cu mărirea umidităţii, volumul nisipului începe să scadă iar cînd se ajunge la un conţinut în apă de 12-15 %, el are acelaşi volum ca şi în stare uscată, însă nu mai are proprietatea de a curge.

Fenomenul se datoreşte formării peliculelor de apă absorbită pe suprafaţa granulelor de nisip, care produc o mărire a volumului lor şi în acelaşi timp provoacă lipirea între ele a granulelor de nisip cu formarea de schelete foarte afînate, care rămîn ca atare în nisipul aflat în stare afînată şi îi măresc foarte mult volumul.

Dacă umiditatea nisipului depăşeşte o anumită limită, peliculele de apă din jurul granulelor se îngroaşă, devin fluide şi acţionează ca lubrefianţi, ceea ce provoacă distrugerea scheletelor, volumul nisipului reducîndu-se din nou, dar fără să mai ajungă la volumul nisipului în stare uscată.

Această variaţie de volum datorită umidităţii, produce schimbări mari în dozajul betonului, atunci cînd măsurarea componenţilor se face în volume. Spre a înlătura acest neajuns, s-a căutat să se determine precis umiditaţea nisipului, urmînd să se facă o corecţie a volumului măsurat. In acest scop s-au propus metode rapide volumetrice putîndu-se întrebuinţa şi pe şantier.

Pentru determinarea creşterii volumului agregatului prin umiditate (înfoierea) se iau lo cm^3 agregat curat şi uscat şi se pune într-un cilindru gradat de 25 ml, în stare afînată, agitînd cilindrul pentru ca agregatul să se aşeze în mod uniform; apoi se toarnă în cilindru apă pînă la 23 ml şi se completează cu soluţie 5 % clorură de var pînă la 25 ml, pentru depunerea tulburelii. Amestecul se agită şi se lasă în repaus 3 ore, după care se citeşte pe cilindrul gradat creşterea volumului agregatului, în cm^3.

Pentru cunoaşterea variaţiei volumului agregatului la diferite grade de umiditate se face determinarea înfoierii agregatului în modul următor:

Se iau 2oo g agregat uscat prin încălzire pe o tablă de oţel, pînă cînd nu se mai abureşte o placă de sticlă rece apropiată de suprafaţa agregatului şi se determină densitatea în grămadă în stare afînată (ρ_{ga} uscat). Se varsă tot agregatul într-o capsulă de metal, se adaugă apoi succesiv cîte 2 % apă faţă de masa iniţială a agregatului uscat, se amestecă bine şi se determină succesiv, după fiecare adaos de apă, densitatea în grămadă (ρ_{ga} umed); se adaugă apă treptat pînă cînd aceasta nu mai este absorbită de agregat şi rămîne liberă în vasul de amestecat deasupra agregatului. Se trasează apoi curba de variaţie a densităţii în grămadă, punînd pe axa absciselor procentele de apă şi pe axa ordonatelor, densitatea în grămadă a agregatului afînat, exprimată în kg/dm^3.

Creşterea de volum a agregatului umed faţă de agregatul uscat (înfoierea) se exprimă în procente şi se calculează cu formula:

$$\text{Infoierea} = \left[\frac{\rho_{ga}\ \text{uscat}\ (1 + \%\ \text{umiditate})}{\rho_{ga}\ \text{umed}} - 1\right] 100\%$$

Se trasează apoi curba variaţiei înfoierii în funcţie de umiditate, la fel ca la densitatea în grămadă.

Exemplu de determinare a înfoierii.

Pentru determinarea înfoierii s-a utilizat un nisip o/7 mm şi un nisip fin o/1 mm, obţinîndu-se rezultatele din tabelul nr. 58).

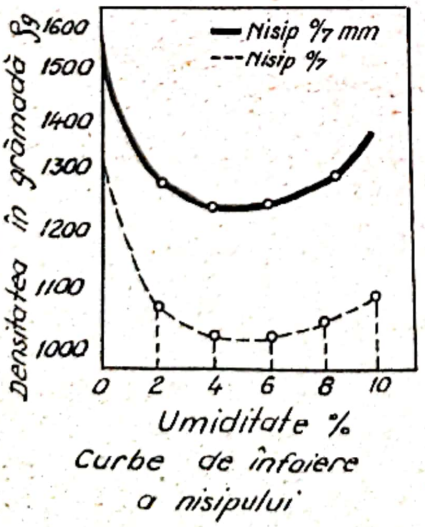
Pe baza acestor rezultate s-a trasat graficul din fig. 78. Se observă că nisipul fin prezintă o scădere mai mare a densităţii unitare în grămadă la variaţiile de umiditate, decît nisipul mare.

Tabelul 58

% umiditate	Densitatea specifică în grămadă kg/m^3	
	Nisip o/7 mm	Nisip o/1 mm
o	164o	146o
2	132o	112o
4	13oo	1o7o
6	131o	1o6o
8	136o	11oo
1o	138o	115o

Forma granulelor.

Pietrişul necesar betoanelor pentru lucrări importante, ce vor fi supuse la solicitări mecanice sau chimice intense trebuie să fie format din rocă dură şi compactă, fără urme vizibile de alterare prin intemperii şi avînd forma granulelor cît mai apropiată de acea cubică sau tetraedrică. Granulele de formă lunguiaţă sau plată dau betoane cu goluri multe şi rezistenţă mecanică redusă, fiindcă acest fel de agregate sînt greu de compactat. De aceea, pentru betoanele de calitate s-au propus anumite limite pentru forma şi mărimea granulelor, exprimate prin raportul dintre lungimea (a), lăţimea (b) şi grosimea (c) medie a granulelor.

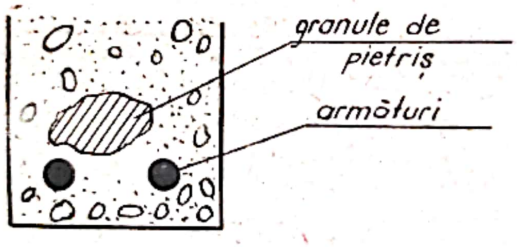


Curbe de înfoiere a nisipului

Fig.78.

Limita superioară pentru dimensiunile granulelor variază după felul lucrărilor de executat. Ea este de 3o mm pentru agregatele necesare betonului armat, de 4o mm pentru cele necesare şoselelor de beton şi de 7o mm sau chiar mai

mult pentru cele necesare lucrărilor masive (fundaţii mari, baraje, diguri). La elementele subţiri de beton armat cu armături dese se foloseşte pietriş cu granule sub 15 mm. De asemenea mărimea maximă a granulei de agregat se limitează după cea mai mică dimensiune a piesei de construcţie din beton, iar în cazul betonului armat după cea mai mică distanţă dintre armături, astfel: cea mai mare granulă de agregat nu trebuie să depăşească 1/4 din cea mai mică dimensiune a piesei de construcţie, iar în cazul betonului armat să fie cu 5 mm mai mică decît cea mai mică distanţă dintre armături (fig. 79). Dacă granulele sînt mari are loc efectul de perete care favorizează sedimentarea şi coroziunea. Folosirea agregatelor cu dimensiuni mari la betoane masive poate aduce economii mari de ciment, însă prezintă pericolul unor pungi mari de apă dacă nu se vibrează.



Defect produs de granulele mari de agregate în betonul armat.

Fig. 79.

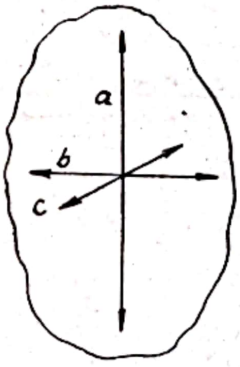


Fig. 80.

Forma granulelor se determină cu ajutorul unui şubler sau a unui dublu decimetru, măsurîndu-se cele 3 dimensiuni (lungimea, lăţimea, grosimea, fig. 80).

Pentru determinare, se cern 5 kg de agregat printr-un ciur cu ochiuri rotunde 15 R STAS 1078-50. Din granulele pînă la 15 mm care au trecut prin ciur se iau la rînd şi se măsoară 50 bucăţi, iar din cele rămase pe ciur (mai mari ca 15 mm) 30 bucăţi. Se măsoară întîi lungimea - a (dimensiunea cea mai mare), se apucă piatra între două degete în sensul lungimii şi

se măsoară perpendicular dimensiunea b (lăţimea). Se roteşte apoi piatra în jurul axei a, cu 90° şi se măsoară dimensiunea care reprezintă grosimea (c) şi este perpendiculară pe planul format de axele a şi b.

Rezultatul se exprimă sub formă de raporturi: $\frac{b}{a}$ şi $\frac{c}{a}$. Se întocmeşte un tabel (nr. 59) în care se trece numărul de ordine al granulei, dimensiunile a, b şi c pentru fiecare granulă şi valoarea raporturilor $\frac{b}{a}$ şi $\frac{c}{a}$. La sfîrşitul tabelului se vor face mediile aritmetice respective menţionîndu-se atît limita inferioară cît şi limita superioară a raporturilor, iar la observaţii se trec aspectul suprafeţei granulelor (netede, aspre).

Tabelul 59

Inregistrarea rezultatelor:

Forma granulelor de pietriş şi piatra spartă

Nr. de ordine al granulelor	Fracţiunea 7...15 mm					Fracţiunea > 15 mm				
	a mm	b mm	c mm	$\frac{b}{a}$	$\frac{c}{a}$	a mm	b mm	c mm	$\frac{b}{a}$	$\frac{c}{a}$
1										
2										
-										
-										
30										
-										
-										
50										
Suma raporturilor							Suma raporturilor			
Valoarea medie a raporturilor							Valoarea media a raporturilor			
Limita inferioară a raporturilor							Limita inferioar a raporturilor			
Limita superioară a raporturilor							Limita superioară a raporturilor			
Observaţii										

Forma granulelor este bună cînd $\frac{b}{a} \geq 0,66$ şi $\frac{c}{a} \geq 0,33$ şi se consideră admisibilă cînd $\frac{b}{a} \geq 0,40$ şi $\frac{c}{a} \geq 0,25$.

Agregatele care nu vor îndeplini aceste condiţii vor putea fi folosite numai după ce o încercare prealabilă pe betoane va arăta că lucrabilitatea şi dozajul de ciment sînt admisibile.

La betoane avînd marca $> B_{250}$, forma granulelor trebuie să se încadreze în limita "bună".

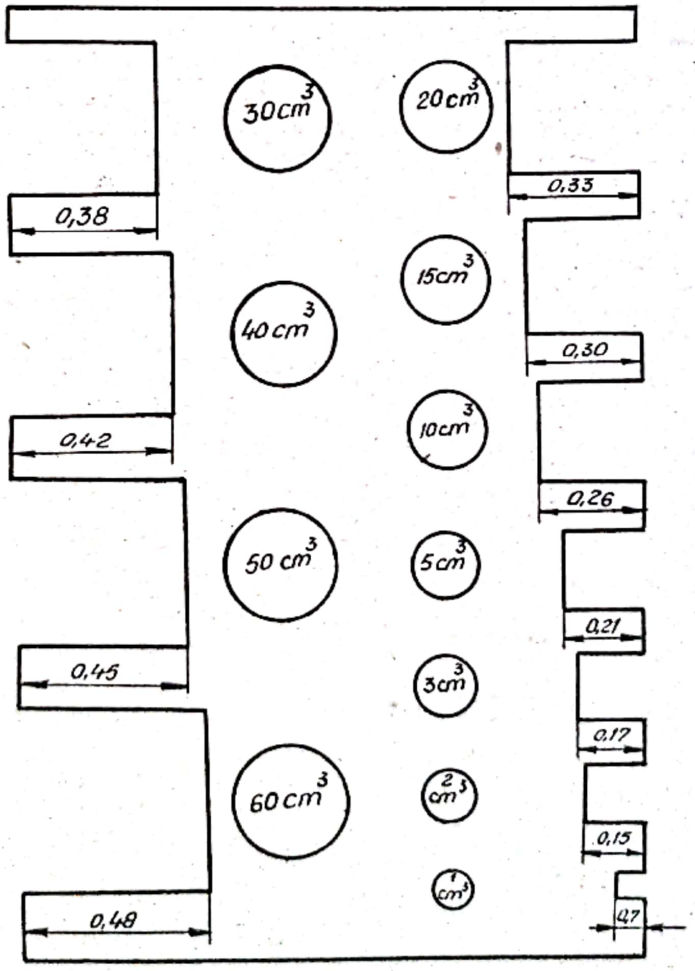
In concluzie, forma granulelor este un factor determinant pentru proprietăţile betonului. Astfel, granulele rotunjite şi cu suprafaţa netedă dau betoane care se lucrează mai uşor şi cer mai puţină apă de amestecare decît betoanele care au agregate cu granule colţuroase şi cu suprafaţa aspră. De asemenea, granulele rotunjite sau de formă apropiată de cub sau tetraedru dau betoane ce se compactează uşor, pe cînd acelea lungueţe sau de formă plată dau amestecuri cu goluri multe şi mai greu compactat prin îndesare. Se ştie însă că un beton ne va da o piesă de construcţie cu atît mai bună şi mai rezistentă, cu cît vom putea obţine mai uşor de lucrat şi de îndesat cu apă mai puţină. Spre a realiza acest lucru nu putem recurge numai la mărimea cantităţii de nisip (care într-adevăr măreşte lucrabilitatea, dar în acelaşi timp cere şi mai multă apă de amestecare), ci vom alege şi pietriş de o anumită calitate. De aceea este necesar să ştim ce fel de granule au agregatele ce le vom întrebuinţa.

Granulele colţuroase prezintă însă şi ele anumite avantaje; astfel s-a constatat că prin înlocuirea nisipului de rîu, care are granule rotunjite, cu nisip colţuros, provenit din piatră spartă, rezistenţa la tracţiune sau la încovoiere a betonului este mărită. Aceste rezistenţe sînt influenţate în special de felul suprafeţei granulelor. Un adaus mic de pietriş sfărîmat a mărit şi rezistenţa la compresiune a betonului mai ales în cazul întrebuinţării cimenturilor superioare. In cazul adausurilor mai mari, mărimea volumului de goluri atrage după sine mărirea dozajului, ceea ce nu este totdeauna rentabil.

Determinarea coeficientului volumetric.

Forma granulelor se poate aprecia şi după coeficientul volumetric al unei granule de pietriş care este egal cu raportul dintre volumul real al granulei şi volumul sferei circumscrise granulei avînd diametrul egal cu dimensiunea cea mai mare a granulei, măsurată între două planuri paralele tangente la granulă.

Din proba medie luată pentru examinare se separă prin cernere prin ciururile nr.7; 3o şi 7o două fracţiuni: fracţiunea 7.....3o mm şi fracţiunea 3o..... 7o mm. Din fiecare fracţiune se iau pentru încercare cîte 3o bucăţi granule luate la întîmplare.



calibru gradat

Fig. 81.

Volumul sferei circumscrise fiecărei granule se determină cu ajutorul unui calibru gradat (fig. 81), direct în volume corespunzătoare diametrului maxim, confecţionat din tablă rigidă şi perfect plană. Calibrul este prevăzut pe margine cu goluri în formă de pătrat, corespunzătoare diametrelor 7, 15, 17, 21, 26, 3o, 33, 38, 42, 45 şi 48 mm. Prin încercări succesive, începînd cu dimensiunile deschiderilor care în mod vizibil sînt superioare celei mai mari dimensiuni ale unei granule, se găseşte golul care reţine granula introdusă cu dimensiunea cea mai mare între marginile laterale ale golului.

In dreptul fiecărui gol este însemnat într-un cerc volumul sferei circumscrise corespunzătoare.

Bucăţile mai mari ca 5o mm se măsoară cu un şubler, iar volumul corespunzător se calculează.

Evaluarea volumului real al granulelor se face utilizînd un cilindru gradat de o,5 litri, umplut cu apă pînă la jumătate. Fiecare granulă, măsurată ca mai sus, se introduce într-un vas cu apă unde este lăsat să stea 4 ore. Se şterge cu o cîrpă umedă şi se introduce în cilindrul gradat. După ce s-au introdus toate granulele probei, cilindrul se astupă iar conţinutul se agită astfel ca bulele de aer care ar putea să rămînă aderente de granule să fie îndepărtate. Se notează volumul total al apei cu granulele din cilindrul şi diferenţa dintre acest volum şi volumul iniţial al apei dă volumul căutat al granulelor.

$$V = V_2 - V_1 \quad dm^3$$

în care:

V - volumul real al granulelor, în dm^3

V_1 - volumul iniţial al apei în cilindrul gradat, în litri

V_2 - volumul apei + agregat în cilindrul gradat, în litri.

Coeficientul volumetric al agregatului este dat de formula:

$$\text{Coeficientul volumetric } C_v = \frac{V}{\frac{\pi}{6} \sum_{1}^{m} N^3}$$

în care:

V - volumul real al agregatelor calculat ca mai sus, în dm^3.

$\frac{\pi}{6}\sum_{1}^{m} N^3$ - suma volumelor sferelor circumscrise granulelor, în dm^3

N - diametrul maxim al unei granule, în dm.

In funcţie de caracteristicile cerute betonului, limita inferioară a coeficientului volumetric este cuprinsă între o,12 şi o,2o (tabelul 6o).

Tabelul 6o

Coeficientul volumetric al agregatelor

Fracţiunea granulară	Coeficient volumetric		
	Beton simplu	Beton armat	Beton impermeabil
Pietriş şi piatră spartă 7/3o	o,12	o,2o	o,15
Pietriş şi piatră spartă 3o/1oo	o,15	o,2o	o,2o

Pietrişul şi piatra spartă vor avea un coeficient volumetric egal, sau mai mare decît limitele indicate în tabelul nr. 6o.

Tabelul 61

Coeficient volumetric

Numărul de ordine al granulei	Fracţiunea 7-3o		Fracţiunea 3o-7o	
	d mm	$\frac{\pi d^3}{6}$	d mm	$\frac{\pi d^3}{6}$
1				
2				
...				
6o				
Suma $\frac{\pi}{6}\sum_{1}^{m} d^3$				
Vol real al granulelor V_1.....				
V_2				
$V_2 - V_1$				
Coefic. volum. $\frac{V}{\frac{\pi}{6}\sum_{1}^{m} H^3}$				

Determinarea compoziţiei granulometrice.

Spre a avea un beton compact şi rezistent, granulozitatea agregatelor trebuie astfel aranjată, încît să dea un tot cît mai dens, deci cu un volum cît mai mic de goluri. In acest mod se va realiza un beton, în care pietrele se reazemă una pe alta, iar cantitatea de liant necesară fixării lor se va reduce foarte mult, deoarece şi volumul golurilor pe care trebuie să le umple este mic. Vom avea deci un beton bun atît din punct de vedere al rezistenţelor, cît şi din punct de vedere economic, partea scumpă din beton fiind liantul. Prin urmare, printr-o granulare bună a agregatelor putem mări gradul de desime al betonului şi deci şi rezistenţele sale, deoarece s-a constatat că betonul e cu atît mai rezistent, cu cît e mai dens. Rezultă că granulozitatea agregatelor trebuie astfel aranjată, încît agregatul mic să umple perfect golurile din grămada de agregat mare; agregatele rotunjite au un volum mai mic de goluri decît cele colţuroase, deci vor avea nevoie de mai puţin nisip spre a da un beton compact.

De asemenea, cantitatea de nisip pentru acelaşi fel de agregat este cu atît mai redusă, cu cît pietrişul are granulele mai mari.

Din cele expuse rezultă că, atît nisipul cît şi pietrişul trebuie luate într-o anumită proporţie şi de o anumită granulozitate a amestecului lor pentru a obţine betoane de calitate.

In continuare vom arăta care este granulozitatea cea mai bună a agregatelor şi cum putem s-o apreciem.

Granulozitatea unui agregat exprimă compoziţia procentuală în fracţiuni de granule de diferite mărimi iar operaţia de determinare a granulozităţii se numeşte granulometrie.

Agregatele se folosesc sortate în sorturi granulare sau nesortate.

Prin sort granulat se înţelege agregatul care trece printr-un ciur cu ochiuri mari (D max. şi este reţinut pe un alt ciur cu ochiuri mici (D min.). Sortul este definit prin mărimea ciururilor respective (D min. şi D max.).

Prin sort elementar - (monogranular) - format aproape numai dintr-o singură dimensiune de granule se înţelege sortul rezultat prin ciuruirea cu două ciururi consecutive din tablă perforată cu ochiuri rotunde STAS 1078-50 din seria 1,3,5,7; 10,15,30,40,70 sau pe sitele nr. 02 şi nr. 05 de sîrmă STAS 1077-50 ale căror găuri sînt în raport de $\sqrt{2}$.

Agregatul alcătuit din unul sau mai multe sorturi în proporţii stabilite, folosite la prepararea mortarelor şi betoanelor se numeşte <u>agregat total</u> şi el poate fi:

- <u>cu granulozitate continuă</u> - cînd conţine toate sorturile intermediare posibile iar curba de granulozitate are aspectul din fig. 82 (curba A);

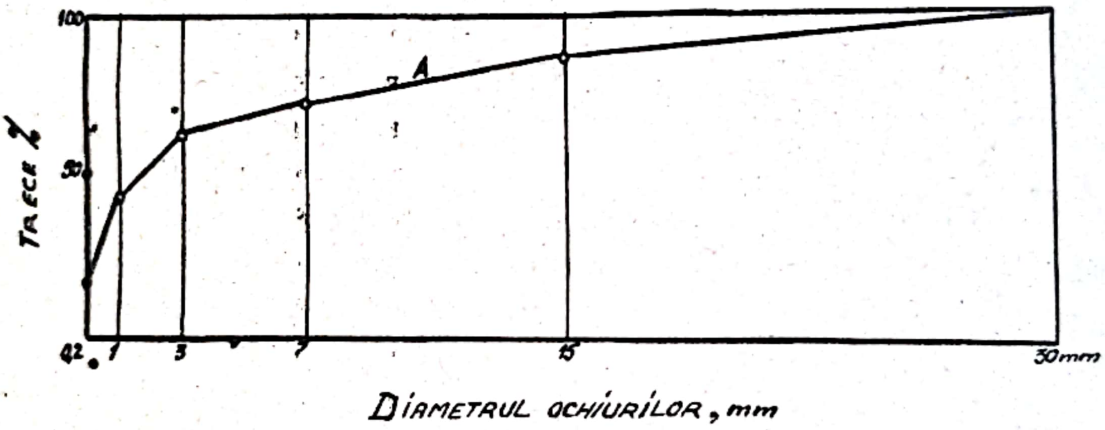


Fig. 82.

- cu granulozitate discontinuă - cînd lipsesc unul sau mai multe sorturi.

In reprezentarea grafică fracţiunea care lipseşte apare sub forma unei drepte orizontale, aşa cum este prezentată în fig. 83 (curbele I şi II), care reprezintă granulozitatea unui amestec de nisip şi pietriş, din care lipseşte o fracţiune sau două fracţiuni.

In curba I, lipseşte fracţiunea 3-7 mm, în curba II lipseşte fracţiunile 1-3 mm şi 7-15 mm. Agregatele cu granulozitate discontinuă, prezintă o deosebită importanţă pentru realizarea betoanelor de mare rezistenţă iar punerea lor în

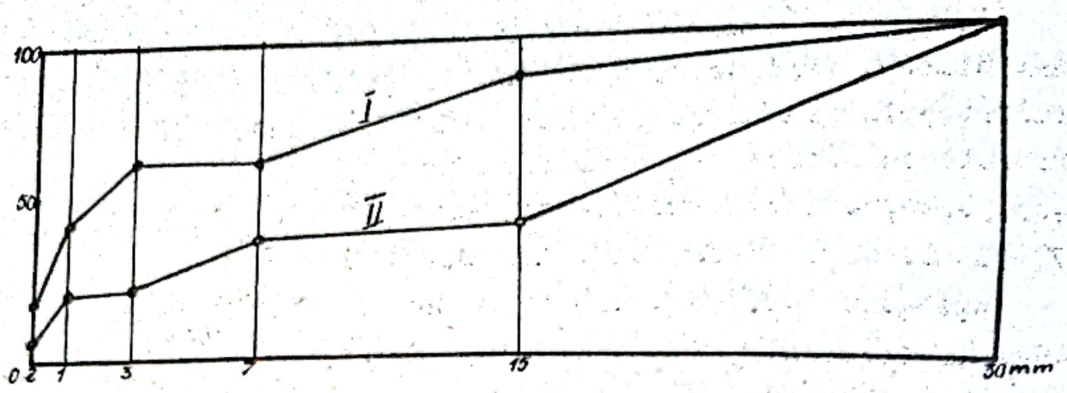


Fig. 83.

lucrare se poate face numai prin vibrare deoarece sînt greu lucrabile şi nu pot fi îndesate cu uşurinţă în tipare. Agregatele cu granulozitate discontinuă se notează prin fracţiunile existente, separate printr-o liniuţă; de exemplu un agregat o/7 din care lipseşte tracţiunea 1/3 se notează prin o/1 -3/7.

Agregatele cu granulozitate continuă dau betoane lucrabile care pot fi compactate cu mijloace obişnuite.

Dacă raportul a/c se păstrează neschimbat, cele mai bune rezultate se obţin atunci cînd curba de granulozitate a agregatelor are forma de parabolă a cărei ecuaţie este:

$$A = 100 \sqrt{\frac{d}{D}}$$

în care:

D - dimensiunea maximă admisă pentru granulele de pietriş.

A - conţinutul procentual de agregat ce trece prin ciurul cu ochiuri de diametru d.

Abaterile limită la un sort, precum şi la agregatul total, pot fi:

- maximum 10 %, trece prin ciurul inferior (D min)
- maximum 5 %, rest pe ciurul superior (D max).

Mărimea agregatelor prevăzută de standard este dată prin ciururile cu ochiuri rotunde STAS 1078-50 pentru diametre cuprinse între 1 și 100 mm. Pentru dimensiuni mai mici ca 0,2 și 0,5 se folosesc site din țesătură de sîrmă STAS 1077 - 50. Cînd ciuruirea se face cu ciururi din țesătură metalică STAS 1077-50 sau prin ciururi din tablă perforată cu ochiuri pătrate STAS 1078-50, corespondența între mărimile diametrelor nominale și latura interioară a ochiurilor pătrate este dată în tabelul nr. 62.

Tabelul 62

Diametru nominal ciururi cu găuri rotunde STAS 1078 - 50	Ciururi din țesătură de sîrmă STAS 1077-50	Ciururi din table perforate STAS 1078-50
-	02	-
-	05	-
1	0,85	08
3	250	2,5
5	400	4,0
7	500	5,0
10	800	8,0
15	1200	12,0
30	2500	25,0
40	3200	30,0
70	5500	55,0
100	8000	80,0

Sitele pot fi rotunde sau pătrate. Dimensiunile sitelor vor fi de minimum 20 cm. Ciururile vor fi pătrate, cu latura de minimum 30 cm și maximum 60 cm (fig. 85) și cu rama de lemn astfel construită încît să se poată aseza unele peste altele (fig.85) în poziție orizontală în ordinea crescîndă a mărimii ochiurilor, pe o cutie de bază.

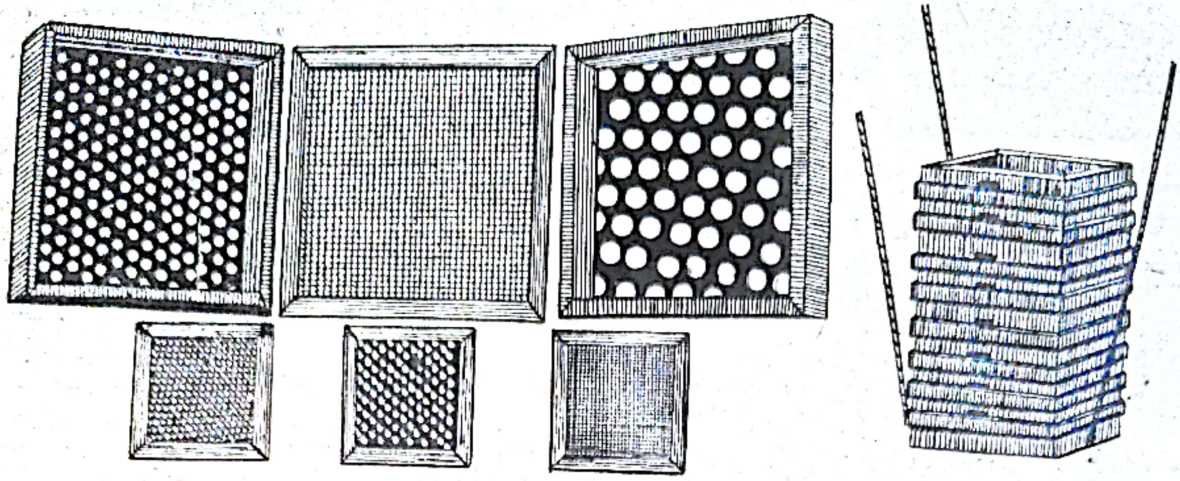


Fig. 85.

Determinarea compoziţiei granulometrice se face numai cu agregaţ uscat, după îndepărtarea în prealabil a părţii levigabile . Cantitatea de agregat care se cere, în funcţie de mărimea granulelor este:

- agregat o - 7 mm (nisip) .....masa probei - 1 kg.
- agregat o-3o mm .....,masa probei - 5 kg
- agregat o-7o mm .....masa probei -15 kg

După îndepărtarea părţilor levigabile, agregatul se usucă pînă la greutatea constantă şi se omogenizează, se cîntăreşte şi se supune cernerii.

Cernerea se face manual sau mecanic, pe direcţie orizontală sau verticală, cu şocuri.

Agregatul cîntărit se pune în primul ciur al seriei, cu ochiurile cele mai mari şi se începe cernerea. Apăsarea granulelor în scopul de a forţa trecerea prin ciur este interzisă. Granulele mai mari de 7o mm se aleg cu mîna şi se măsoară cu şublerul sau dublu-decimetrul.

O dată operaţia de cernere începută, se urmăreşte vizual dacă cernerea pe ciurul cu ochiurile cele mai mari este terminată; atunci acest ciur poate fi scos şi cernerea se continuă mai departe. Granulele prinse în ochiuri se scot fie prin

apăsarea uşoară de jos în sus, fie prin lovirea uşoară a ramei fie prin ştergerea cu o perie, în cazul agregatelor fine şi se adaugă la restul rămas pe ciurul sau sita respectivă.

Se continuă în felul acesta pînă cînd operaţia de ciuruire este terminată, adică atunci cînd prin toate ciururile şi sitele nu mai trec cantităţi apreciabile de agregat. Controlul se face scuturînd fiecare ciur deasupra unei hîrtii albe; se va considera cernerea terminată dacă tot agregatul care ar trece prin ciur sau sită în timp de 1 minut, nu ar reprezenta mai mult de o,1 % din cantitatea de agregat luată pentru ciuruire. Ceea ce eventual mai trece prin ciur la acest control, se adaugă pe ciurul următor.

Pentru uşurarea cernerii, se recomandă ca sortarea fracţiunii o.....1 în o.....o,2 şi o,2.....1 sau alte fracţiuni, să se efectueze numai pe 100 g din fracţiunea o.....,1, calculîndu-se apoi rezultatele la întreaga cantitate de o.....1 din agregat. Se cîntăresc exact fracţiunile care au rămas pe ciururi şi site şi fracţiunea care trece prin sita nr. o,2, la care se adaugă părţile levigabile.

Suma tuturor fracţiunilor, exprimată în grame, se scade din cantitatea iniţială de agregat şi se obţine totalul pierderilor, care nu trebuie să depăşească o,5 % din masa iniţială a probei uscate. Pierderile se adaugă la restul obţinut pe sita nr. o 2o.

Pentru a determina în procente cantitatea de agregat care trece prin fiecare sită sau ciur, se adună resturile de pe sitele sau ciururile cu ochiurile mai mici decît cele ale sitei sau ciurului respectiv, inclusiv pierderile şi masa agregatului care trece prin sita nr. o 2o precum şi părţile levigabile, iar suma obţinută se repartizează în procente la masa iniţială a probei.

Prin operaţia de cernere se grupează astfel în fracţiuni de aceleaşi dimensiuni care rămîn pe ciururi sau site, considerate în ordine descrescîndă, de la ciurul care are ochiurile cu diametrul cel mai mare, pînă la sita care are ochiurile cele mai mici.

Compoziţia granulometrică a agregatelor încercate se reprezintă grafic printr-o curbă, obţinută în modul următor: într-un sistem de coordonate rectangulare se notează pe axa absciselor diametrele ochiurilor ciururilor întrebuinţate, la scara obişnuită, scara logaritmică (STAS R 1256-5o) sau scara semilogaritmică (logaritmică pînă la diametrul ochiului de 7 mm, iar peste acest diametru la scara obişnuită); pe axa ordonatelor se notează cantitatea procentuală de material care trece prin ciurul respectiv (fig. 86).

Pe acelaşi grafic se desenează şi curbele limită de granulozitate pentru agregat impuse de felul întrebuinţării sau recomandate, comparîndu-se curbele între ele. Se ia media a trei determinări.

Exemplu practic de granulometrie a unui balast cu dimensiunea agregatului o-3o mm. S-au cîntărit de trei ori 5 kg material obţinîndu-se rezultatele din tabelul nr. 63.

Tabelul nr.63

Reziduu pe ciurul	Determinarea I	II	III	Suma	Media	%	Notaţie
3o	15o	2o5	185	54o	18o	5,6	a
15	1518	1528	1544	459o	153o	3o,6	b
7	755	82o	795	239o	79o	15,8	c
3	857	926	842	2625	875	17,5	d
1	1o63	9o5	882	285o	95o	19,o	e
rest pe o2	459	397	512	1365	455	9,1	f
trece prin o2	19o	21o	23o	63o	21o	4,2	g
TOTAL	4989	4991	499o	-		99,8	
PIERDERI	11	9	1o	3o	1o	o2	h

Calculul procentelor.

Prin sita o2 trec (g)..... 4,2 %

Prin ciurul 1 trec (g+h+f)..... 13,5 %

Prin ciurul 3 trec (g+h+f+e)..... 32,5 %

Prin ciurul 7 trec (g+h+f+e+d).....,,50,0 %
Prin ciurul 15 trec (g+h+f+e+d+c).....,,65,8 %
Prin ciurul 30 trec (g+h+f+e+d+c+b).....96,4 %

Deci curba de granulozitate a balastrului cercetat este:

Prin ciur(sită) de mm	0,2	1	3	7	15	30
trece %	4,2	13,5	32,5	50,0	65,8	96,4

Se observă că curba de granulozitate se înscrie în domeniul "bun" de utilizare a agregatelor, comparată fiind cu curbele limită de granulozitate DEF pentru agregat de carieră cu dimensiunea de la 0-30 mm a granulei (fig. 86).

- LIMITELE DE GRANULOZITATE -
pentru agregate de carieră sau formate din nisip de carieră şi piatră spartă cu mărimea de 0-30 mm

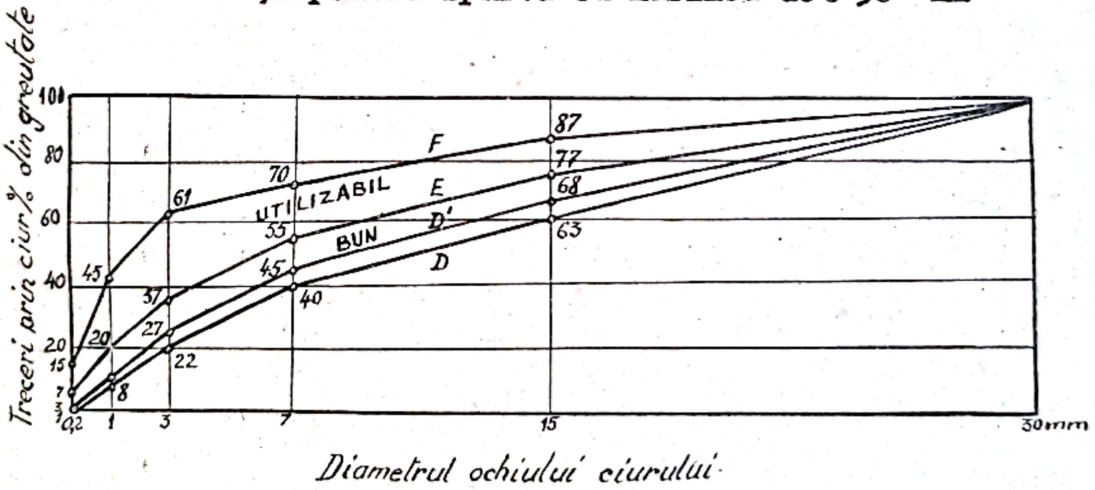
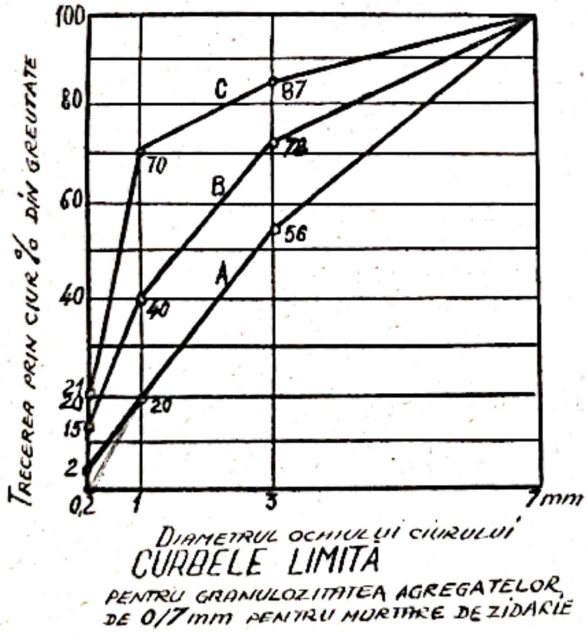


Fig. 86.

Cu un astfel de agregat se vor putea confecţiona betoane de marcă cuprinsă între B_{150} şi B_{250} inclusiv, necesitînd un dozaj redus de liant şi apă de amestecare. Compactitatea va fi maximă şi în consecinţă betonul va avea o bună comportare faţă de umiditate, acţiunea îngheţurilor repetate şi acţiunea agenţilor agresivi.

Din grafic (fig. 86) se observă că pentru a realiza un beton de calitate, amestecul de nisip şi pietriş sau de piatră spartă, trebuie să conţină cel puţin 4o % şi cel mult 7o % nisip de 7 mm dimensiune maximă. Sînt socotite agregate "bune" acelea a căror curbă de granulozitate este cuprinsă între curbele D şi E (fig. 86) şi "utilizabile" între curbele E şi F, STAS 1667-62 pe baza studiilor efectuate limitează zonele în care trebuie să se găsească curba granulometrică a unui agregat pentru a fi bun sau utilizabil în practică.

Pentru nisip (p-7 mm). Un nisip este"bun", are compactitate maximă, dacă curba sa granulometrică este cuprinsă între limitele A şi B; iar dacă curba determinată de compoziţia granulometrică a materialului este situată între curbele B şi C compactitatea este satisfăcătoare şi materialul este utilizabil (fig. 87).



CURBELE LIMITA
PENTRU GRANULOZITATEA AGREGATELOR DE 0/7 mm PENTRU MORTARE DE ZIDARIE

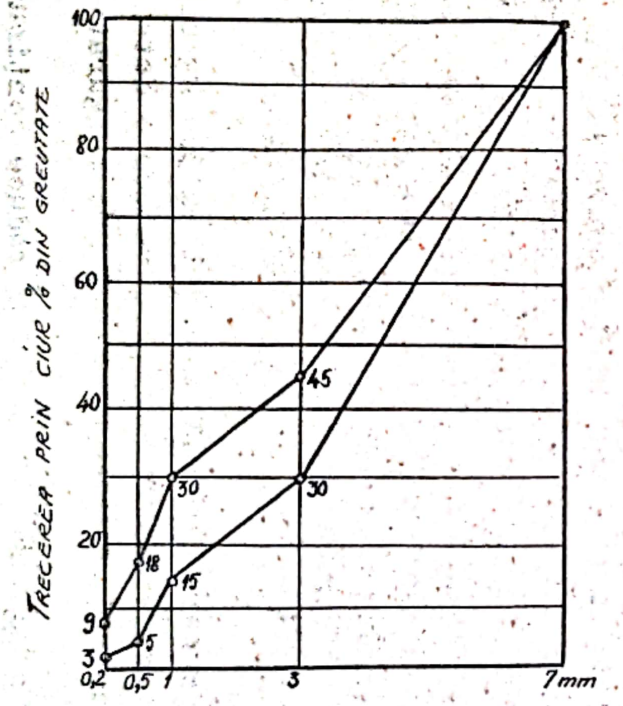
Fig. 87.

Nisipul cu granulozitate de la o.....1 mm (fig. 87) se foloseşte la: mortare pentru stratul vizibil la tencuieli:

- mortare pentru rostuirea zidăriei de cărămidă;
- mortare pentru rostuirea elementelor prefabricate.

Nisipul cu granulozitate de la o-3 mm(fig. 88) se foloseşte la:

- mortare pentru grund la tencuieli;
- mortare pentru rosturi la elemente prefabricate;
- betoane pentru confecţionarea elementelor cu secţiuni mici.

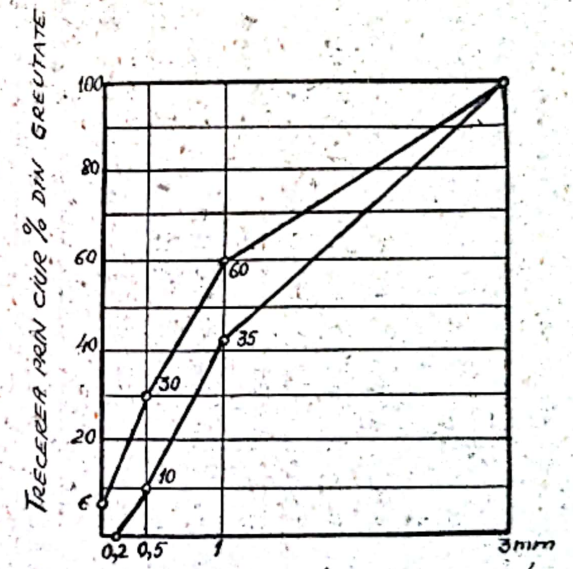


DIAMETRUL OCHIULUI CIURULUI

CURBELE LIMITĂ

PENTRU GRANULOZITATEA AGREGATELOR 0/7 mm PENTRU CONFECȚIONAREA ELEMENTELOR DIN BETON CU SECȚIUNI MICI.

Fig. 88



DIAMETRUL OCHIULUI CIURULUI

CURBELE LIMITĂ

PENTRU GRANULOZITATEA AGREGATELOR 0/3 mm PENTRU MORTARE DE TENCUIELI. (0,1 mm PENTRU STRATUL VIZIBIL-FINCI; 0,3 mm PENTRU STRATUL DE BAZĂ-GRUND)

Fig. 89

Scanned with OKEN Scanner

Nisipul cu granulozitatea de la 0-7 mm dintre curbele limită B şi C fig. 87, se întrebuinţează la confecţionarea mortarelor pentru zidărie de cărămidă sau blocuri de beton iar cel dintre curbele A şi C la alcătuirea mortarelor pentru zidăria de piatră brută, la mortare pentru rostuirea zidăriei de piatră brută şi la betoane pentru confecţionarea elementelor cu secţiuni mici în limitele curbelor fig.89.

Nisipurile a căror curbă de granulozitate cade sub curba limită A(fig.87) sînt prea mari, sînt limitate de părţi fine; golurile dintre granulele mari nu sînt bine umplute cu granule mici. Cu astfel de nisipuri se obţin mortare şi betoane greu lucrabile, vîrtoase, cu rezistenţe reduse. S-ar putea remedia aceste inconveniente mărind dozajul de liant, ceea ce nu este economic şi duce la contracţii la uscare şi tendinţă de fisurare şi crăpare. In cazul cînd curba de granulozitate cade deasupra curbei limită C (fig.87), nisipurile sînt prea bogate în părţi fine. La folosirea lor dau mortare şi betoane poroase, cu rezistenţe scăzute şi contracţie la uscare.

In ambele cazuri nisipurile se corectează aducîndu-le în zona "bună" sau "utilizabilă" lucru care se face prin amestecarea în proporţii variabile a unui nisip fin şi a unuia grosier, ajungîndu-se la o granulozitate convenabilă.

Un agregat se consideră că este corespunzător granulaţiei sale caracteristice dacă nu conţine mai mult de 10 % fracţiune mai mare decît limita superioară a granulaţiei sale. Sporirea conţinutului de nisip scade mobilitatea betonului. De aceea conţinutul procentual de nisip al agregatului se fixează funcţie de dozajul de ciment, de marca betonului, de dimensiunea maximă a agregatului şi de felul agregatului mare (pietriş sau piatră spartă).

Pentru betoane care depăşesc dozajul de 300 kg ciment la 1 mc de beton, conţinutul în nisip se reduce o dată cu creşterea dozajului, deoarece lucrabilitatea este asigurată de ciment.

Pentru betoane de marcă $> B_{250}$ se reduce conţinutul de nisip cu 10 % faţă de cele de marcă pînă la B_{250}. Cu cît dimensiunea agregatului mare este mai ridicată se poate reduce conţinutul în nisip al agregatului.

Agregatul cu dimensiunea o-15 mm este folosit la confecţionarea betoanelor avînd marcă pînă la B_{250} inclusiv, în limitele curbelor din fig. 90 (fracţiunea o.....lo mm) şi, la betoane avînd marca > B_{250} în limitele curbelor din fig.91, (fracţiunea o.....15 mm).

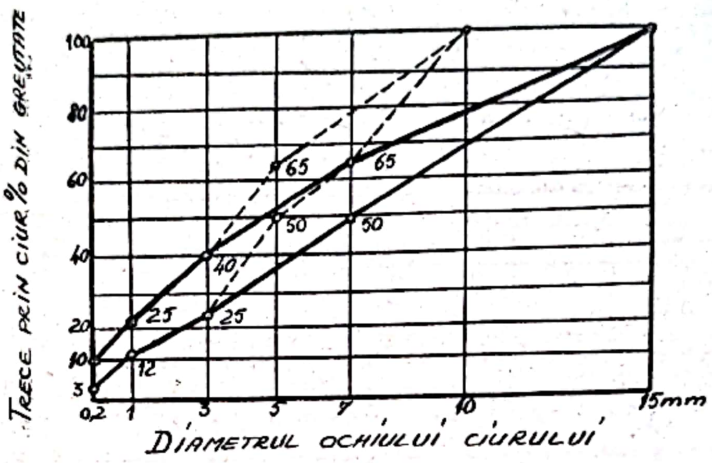


Fig. 90.

Fig. 91.

Pentru alcătuirea betoanelor de marcă > B_{250} se va întrebuinţa agregatul cu granulozitatea de la o..... 30 mm.

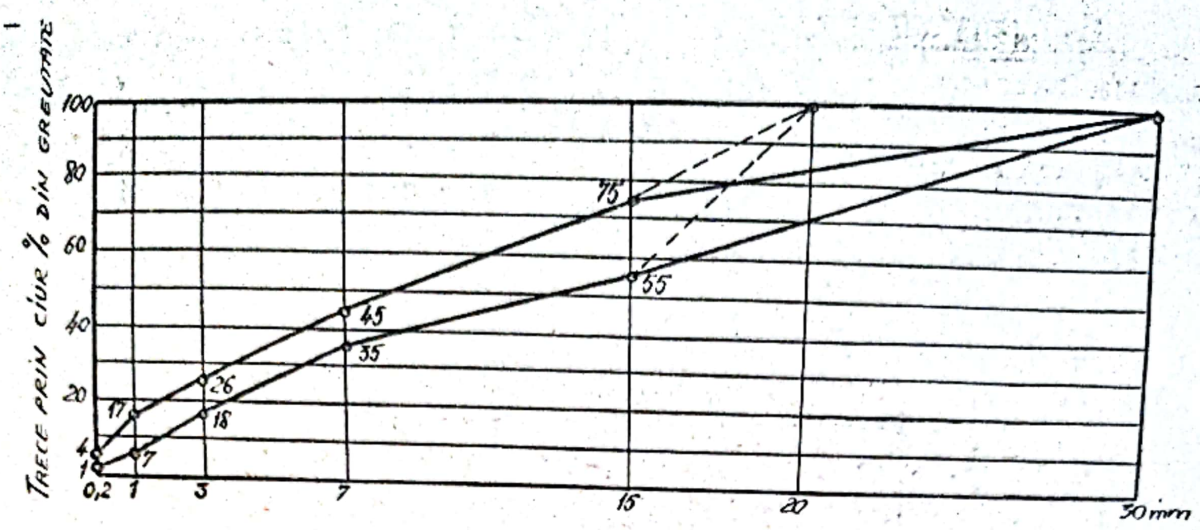
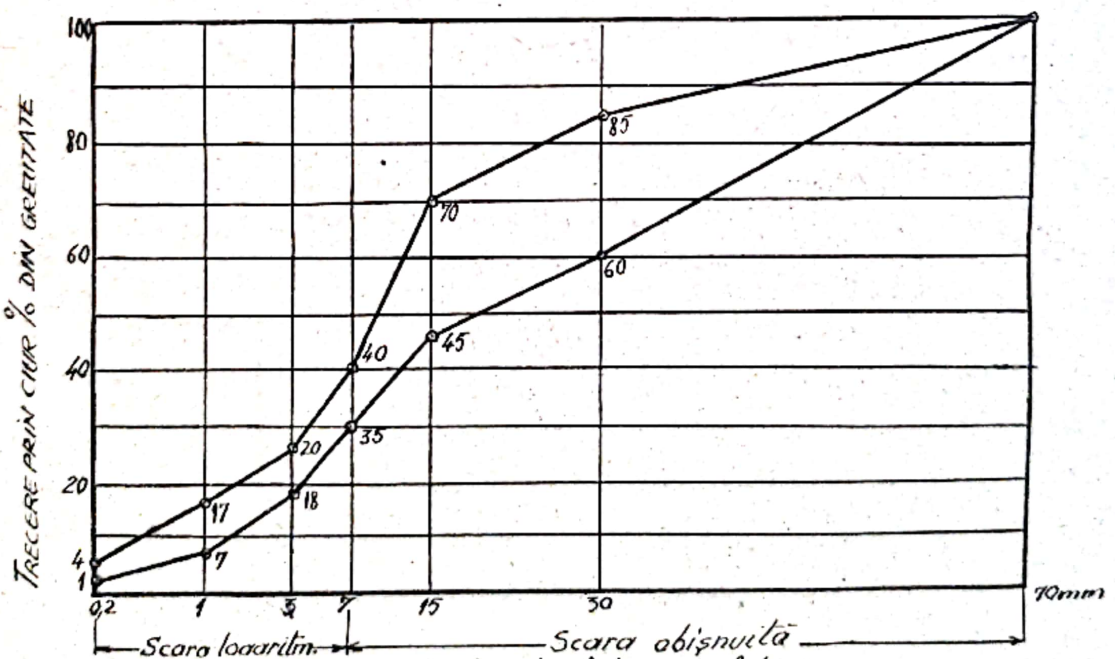


Fig. 92.

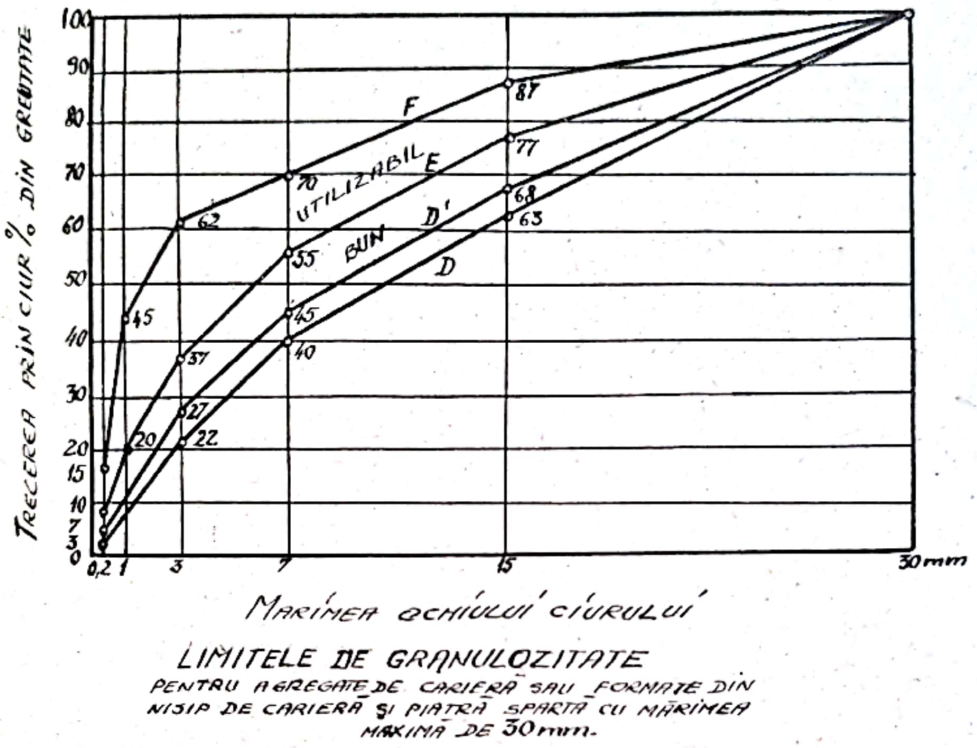
cuprinse în limitele curbelor din fig. 92 sau <u>agregatul cu granulozitatea o.....7o mm</u> cuprins în limitele curbelor din fig. 93.



CURBELE LIMITĂ DE GRANULOZITATE
PENTRU AGREGATE DE DIMENSIUNEA MAXIMĂ CUPRINSĂ, ÎNTRE 0-70 mm (SAU FORMATE DIN NISIP DE CARIERĂ ȘI PIATRĂ SPARTĂ) PENTRU BETOANE DE MARCA > B250

Fig. 93.

Agregatul cu granulozitatea cuprinsă între o.....2o mm sau o.....3o mm (fig. 94) va putea fi folosit astfel:



MĂRIMEA OCHIULUI CIURULUI

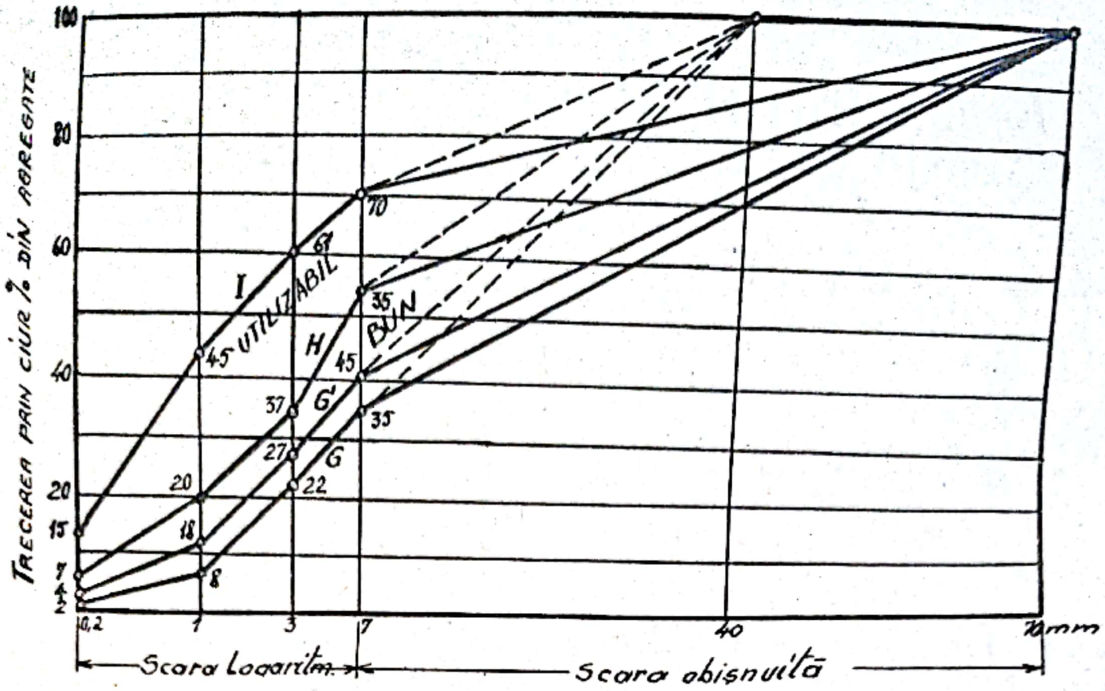
LIMITELE DE GRANULOZITATE
PENTRU AGREGATE DE CARIERĂ SAU FORMATE DIN NISIP DE CARIERĂ ŞI PIATRĂ SPARTĂ CU MĂRIMEA MAXIMĂ DE 30mm.

Fig. 94.

- în limitele curbelor E şi F la betoane avînd marca pînă la B 1oo.
- în limitele curbelor D şi E (cînd se foloseşte agregatul rotund) şi D' şi E (cînd se foloseşte agregatul concasat), la betoane avînd marca cuprinsă între B_{15o} şi B_{25o} inclusiv.

Agregatul cu granulozitatea între o .....4o mm şi o...7o mm(fig. 95).

- La alcătuirea betoanelor de marcă B_{1oo} se va folosi agregatul cu granulozitatea cuprinsă în limitele curbelor H şi I.



Diametrul ochiului ciurului

CURBELE LIMITA DE GRANULOZITATE

PENTRU AGREGATE DE CARIERĂ CU DIMENSIUNEA MAXIMĂ CUPRINSĂ ÎNTRE 0-70 mm (SAU FORMATE DIN NISIP DE CARIERĂ ŞI PIATRĂ SPARTĂ) PENTRU BETOANE DE MARCĂ ≤ B250 INCLUSIV.

Fig. 95.

- La alcătuirea betoanelor de marcă cuprinsă între B_{150} şi B_{250} inclusiv se va folosi agregatul cu granulozitatea cuprinsă în limitele curbelor G şi H pentru agregat rotund (de carieră) şi G' şi H pentru agregat concasat.

Reprezentări liniare şi logaritmice.

Curbele granulometrice de felul curbelor Fűller şi Bolomey, prevăd în abscise, în scara aritmetică, diametrele ochiurilor ciururilor în mm iar în ordonată trecerile exprimate în procente din greutatea amestecului, referitoare acestor diametre.

Pentru axa orizontală se foloseşte adesea şi scara logaritmică (fig. 96), care prezintă avantajul că dă o imagine mult mai clară asupra materialului mai fin, în schimb micşorează porţiunea de reprezentare a fracţiunilor mari.

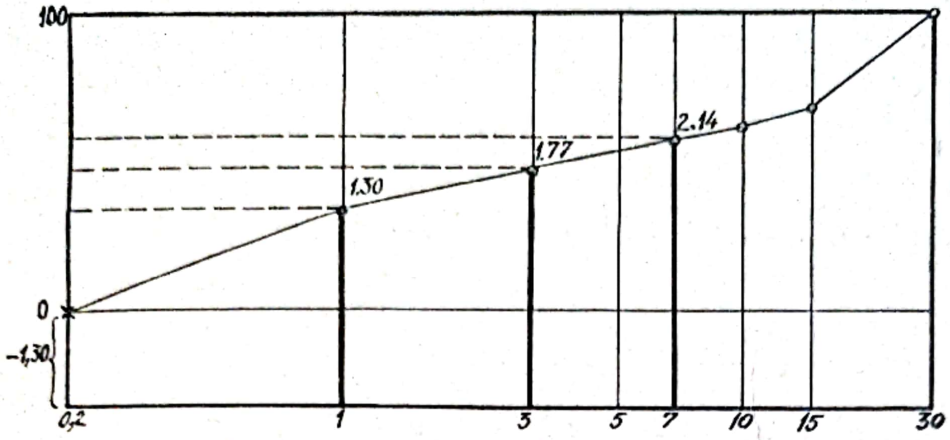


Fig. 96.

log. sitei 0.2 = - 1,30 ; cota pe abscisă = 0
log.ciurului 1 = 0,00 ; cota pe abscisă = 1,30
log.ciurului 3 = 0,47 ; cota pe abscisă = 1,77
log. ciurului 7= 0,84 ; cota pe abscisă = 2,14

Unii autori şi unele prescripţii aleg pentru scara orizontală scări mixte; pentru părţile fine scara logaritmică, iar pentru cele ale pietrişului cea obişnuită liniară (fig.97), aşa încît ambele fracţiuni sînt bine reprezentate.

Modulul de finețe.

Alături de reprezentările grafice, modulul de finețe al agregatelor folosite la betoane, este o caracteristică a granulozităţii agregatelor, exprimată printr-un număr. Modulul de finețe este cu atît mai mic cu cît conţinutul de nisip fin din agregat este mai mare.

S-a căutat să se obţină pentru granulozitate o valoare numerică şi s-a plecat de la observaţia că un agregat are o curbă de granulozitate cu atît mai concavă cu cît este mai bogat în nisip şi pietriş fine. Suprafaţa aflată în cadrul graficului deasupra curbei şi granulozitate, va fi cu atît mai

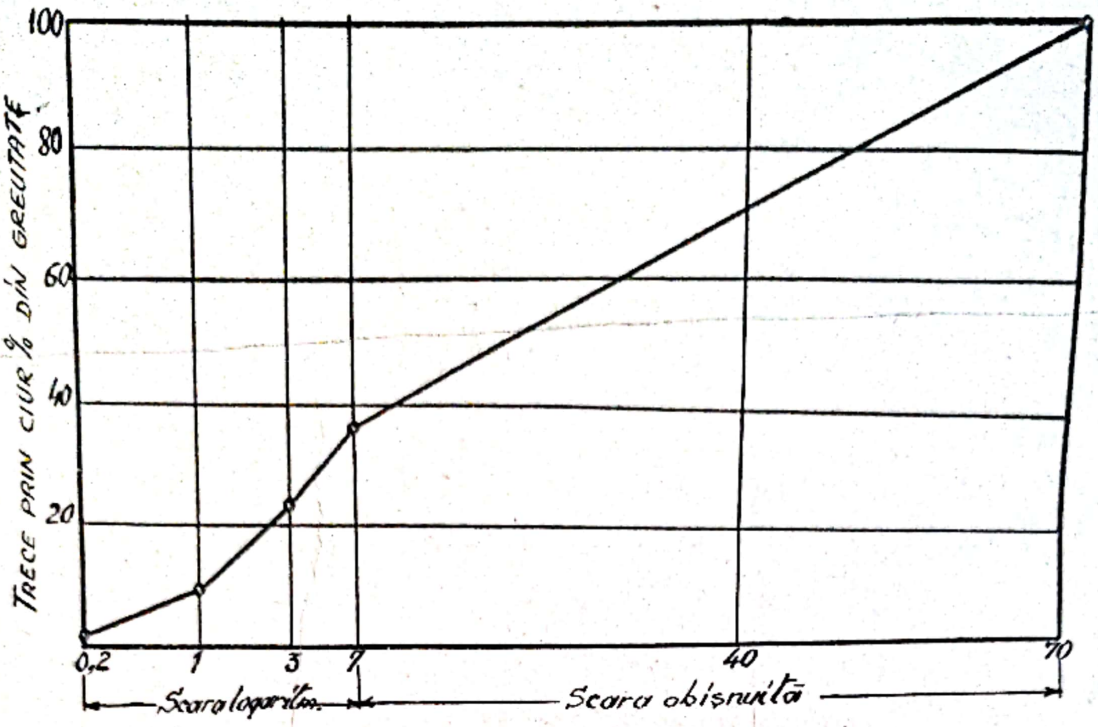


Fig. 97.

mică cu cît agregatul este mai nisipos, aşa încît mărimea acestei suprafeţe poate constitui un criteriu pentru aprecierea granulozităţii.

Modulul de finețe se notează cu litera inițială m, urmată de un indice care arată mărimea maximă a granulelor; de exemplu: m_{30} înseamnă modulul de finețe al agregatului cu mărimea maximă a granulelor de 30 mm.

Intre modulul de finețe m (sau modulul de finețe Abrams m) și suprafața lui Hummel, S, există următoarea corelație:

$$m = \frac{S}{100 \log 2} = \frac{S}{30,1}$$

Stabilirea modulului de finețe se face prin cîntărirea resturilor de agregate de diferite dimensiuni rămase în urma cernerii pe sita de țesătură metalică nr. 010, nr. 020, nr.050, STAS 1077-50 și pe ciururi cu ochiuri rotunde din tablă perforată nr.1, nr.3, nr.5, nr.7, nr.10, nr.15, nr.30, nr.40 și nr. 70, STAS 1078-50.

Inregistrarea rezultatelor se face pe diagramă, în care în abscise se trec logaritmii zecimali ai diametrelor sitelor şi ciururilor, iar ca ordonate se trec procentele de trecere (în greutate) prin ciururile şi sitele indicate mai sus.

Originea axei absciselor va fi log, o,1 mm, iar scara absciselor se va lua: distanţa de la log o,1 mm log. 1 mm =1o cm, de la log 1 mm la log. 1o mm = 1o cm. Pe axa ordonatelor se vor trece procentual cantităţile trecute (în greutate) aşa fel ca trecerea de 1oo % să fie egală cu 1o cm.

Abrams a utilizat sitele lui Taylor care au caracteristica că mărimea găurilor este astfel dispusă, încît există diferenţe de 1:2 între dimensiunile găurilor a două site consecutive. Seria sitelor lui Taylor transformată în mm este: o,147; o,292; o,59; 1,19; 2,38; 4,75; 9,5o; 19; 38,1; 76,2; 152,4 mm. Sitele au găuri pătrate.

Se determină granulozitatea agregatului în mod obişnuit şi se calculează cantitatea procentuală de material ce trece prin fiecare sită. Dacă reprezentăm curba de granulozitate a agregatului luînd în abscisă logaritmul ochiului sitei, punctele de pe abscisă se vor găsi la distanţe egale; mărimea laturilor ochiurilor fiind în progresie geometrică, ordonata fiecărui punct de pe abscisă a_1, a_2, a_3.....a_{10}, reprezintă cantitatea de agregat ce trece prin sita respectivă (fig. 98).

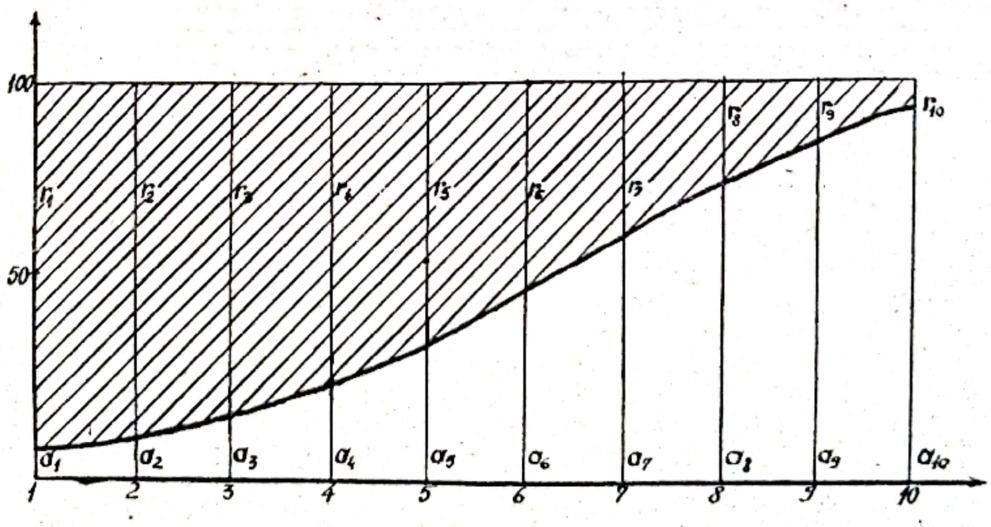


Fig. 98.

Dacă se prelungesc ordonatele dincolo de curbă se obţin o serie de segmente de drepte r_1, r_2, r_3.....r_{100}, ce reprezintă diferenţa dintre 100 şi ceea ce trece prin sita respectivă, deci restul lăsat de agregat pe ciur. Segmentele sînt pe toată suprafaţa aflată deasupra curbei de granulozitate; prin însumarea lor se obţine un număr care reprezintă suma resturilor de pe seria de site numit modul de fineţe; pentru a nu avea numere prea mari se împarte la 100.

De exemplu:

Seria de site	0.147	0.295	0.590	1.19	2.38	4.75	9.50	19	38
Trece %	5	11	14	26	37	51	64	87	100
Resturi %	95	89	86	74	63	49	36	13	0

Suma resturilor = 445

Modulul de finete = $\frac{445}{100} = 4,45$

Pentru măsurarea suprafeţei (S) din diagramă, delimitată de curba granulometrică trasată, de axa ordonatelor şi paralela la abscisă în dreptul ordonatei maxime, se va împărţi în fîşii verticale de 1 cm lăţime, iar calculul ei se va face însumînd fîşiile rezultate cu baza de 1 cm şi avînd înălţimea medie (h_m) a fîşiei respective.

Valoarea suprafeţei S se va lua:

$$S = 1(h_1 + h_2 + h_3 + ...) = 1 \quad h$$

S se măsoară în cm^2.

Valoarea modulului de finete se calculează cu formula:

$$m = \frac{S}{100 \log 2} = \frac{S}{30,1} = \frac{\sum h}{30,1}$$

Exemplu de calcul.

Compoziţia granulometrică a unui agregat (balast 0-30 mm) determinată prin cernerea pe sitele şi ciururile standard este cea indicată în tabelul nr. 64.

Tabelul 64.

Prin sita nr.	0,10	0,20	0,50	1	3	5	7	10	15	30
Trece %	0,56	9	27	41	49	52	61	73	86	100

Se trece curba granulometrică, iar suprafaţa delimitată de curba granulometrică, axa ordonatelor şi paralela la axa absciselor în dreptul ordonatei maxime, se împarte în fîşii verticale de 1 cm lăţime (fig. 99). Pe aceeaşi diagramă se măsoară înălţimea medie a fiecărei fîşii (h_1 = 9,8 cm; h_2= 9,5 cm; h_3 = 9,2 cm etc.).

Suprafaţa S fiind dată de relaţia:

$$S = 1 \sum h \text{ cm}^2$$

Prin introducerea valorilor numerice, se obţine:

$$S = 9,8 + 9,5 + 9,2 + 8,8 + 8,4 + 8 + 7,5 + 7,1 + 6,6 + 6,1 + 5,8 + 5,6 + 5,5 + 5,3 + 5,1 + 4,8 + 4,4 + 4,1 + 3,9 + 3,1 + 2,3 + 1,6 + 1,1 + 0,6 + 0,1 = 134,3 \text{ cm}^2.$$

Valoarea modulului de finete va fi:

$$m_{30} = \frac{S}{100 \log^2} = \frac{134,3}{30,1} = 4,46$$

Modulul de finete optim are valoare 5,6, adică agregatul conţine un volum redus de goluri pentru umplerea cărora se va folosi un dozaj redus de liant, obţinînd un beton de calitate.

Din cele expuse rezultă, că în loc să se exprime rezultalele prin curba de granulozitate, se exprimă printr-o cifră, care ne arată mărimea suprafeţei aflate deasupra curbei de granulozitate adică suprafaţa dintre curba granulometrică şi ordonată.

Cu cît părţile componente ale agregatelor sînt mai fine, cu atît modulul de finete al compoziţiei granulometrice este mai mic.

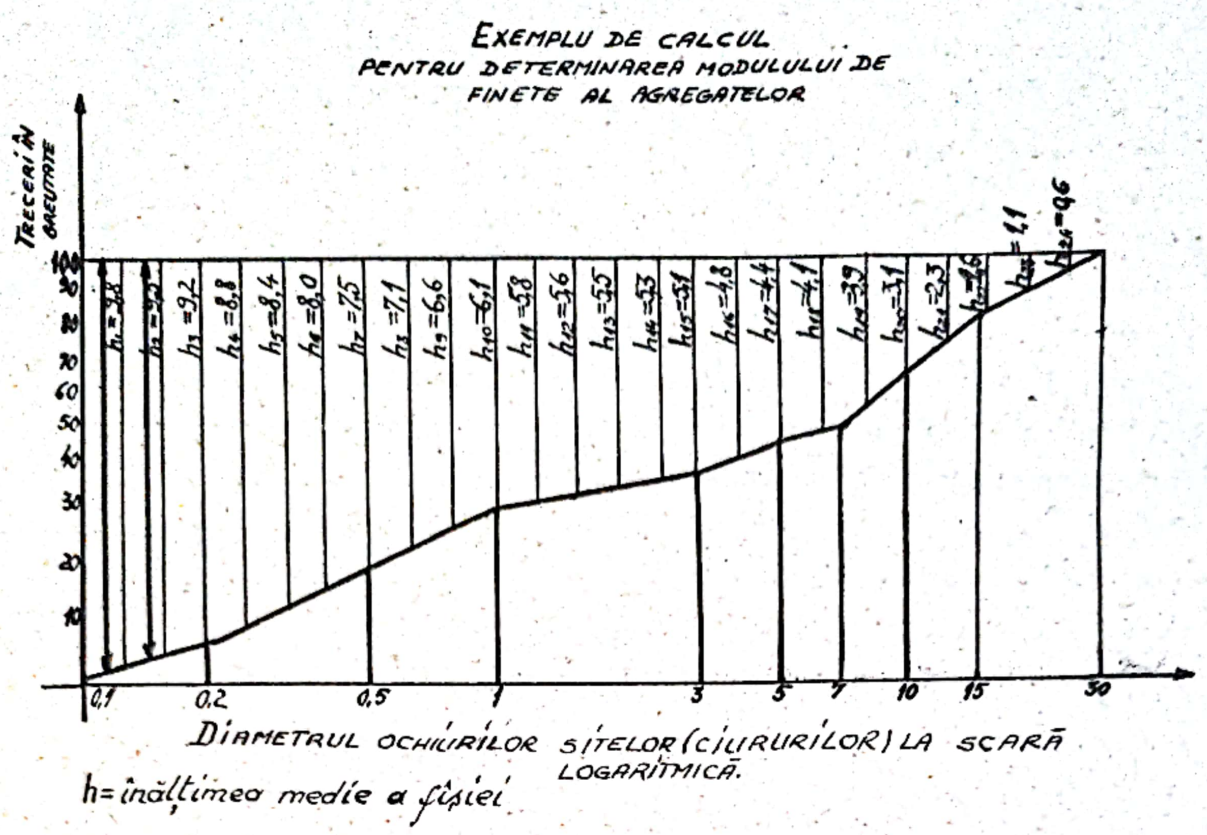


Fig. 99.

Suprafaţa agregaţelor este valoarea care determină cantitatea de apă necesară. Pasta de ciment trebuie să învăluie granulele de agregat pentru a le lega şi a se obţine rezistenţa necesară. Cantitatea de apă va fi cu atît mai mare, cu cît suprafaţa de umezit este mai întinsă, deci cu cît compoziţia granulometrică este formată din fracţiuni mai fine; mărimea suprafeţei de umezit mai depinde în afară de mărimea granulelor şi de forma granulelor agregatului. Cea mai mică suprafaţă şi deci cantitatea cea mai redusă de apă va fi pentru granulele rotunde cum este cazul celor naturale şi va fi mult mai mare pentru granulele plate şi colţuroase cum este cazul în general la agregatele concasate.

Suprafaţa creşte foarte mult cu descreşterea diametrelor granulelor.

<u>Determinarea rezistenţei la compresiune</u>.

Această determinare se efectuează atunci cînd este necesar să se cunoască caracteristicile mecanice ale agregatului

ce urmează a fi utilizat la construcţii de mare rezistenţă (vezi referatul "Piatra naturală de construcţii" - Incercări mecanice - pag.).

Determinarea rezistenţei la îngheţ-dezgheţ (gelivitate)

(vezi referatul "Pietra naturală de construcţii" pag.)
Această determinare se poate efectua:
- prin îngheţ-dezgheţ
- prin încercarea pe rocă STAS 62oo-6o
- prin tratarea cu sulfat de sodiu sau sulfat de magneziu.

Analize chimice şi determinări fizice.

Determinarea sulfaţilor.

Pe şantier se face o identificare calitativă a sulfaţilor care se pot găsi în unele agregate şi care produc expansiunea cimentului întărit. Pentru a pune în evidenţă prezenţa lor se folosesc reactivii:
- acid clorhidric 37 %
- clorură de bariu lo %

Se ia 1 kg din proba medie care se macină pînă la dimensiunile granulelor care trec prin sita nr. o6 STAS lo77-55.

Din această probă bine amestecată se iau, prin metoda sferturilor circa 125 g care se macină în mojar pînă cînd trec integral prin sita nr. o2o STAS lo77-55. Din această probă se iau loo g şi se introduc într-un cilindru gradat de 5oo ml, în care se toarnă 2oo ml apă distilată.

Amestecul se agită, se lasă să se depună şi se filtrează. Soluţia filtrată se acidulează cu 2 sau 3 picături de HCl 37% şi se tratează cu soluţie de lo % clorură de bariu. Apariţia unei tulbureli (opalescenţe) sau a unui precipitat alb indică prezenţa sulfaţilor.

Determinarea cantitativă a sulfaţilor se face în laboratoarele specializate de analize chimice, conf. STAS 46o6-62.

Scanned with OKEN Scanner

Determinarea sărurilor solubile din agregate ≤ 7 mm.

Această determinare se face la cerere, pentru agregatele folosite la mortare pentru tencuieli sau la betoane cu faţa aparentă, deoarece sărurile pot ieşi la suprafaţă dînd efloresceţă.

Se cîntăresc circa 5o g agregat uscat, măcinat la o mărime de granule corespunzătoare sitei nr. o2o STAS 1o77-5o şi se introduce într-un pahar de laborator; se adaugă circa 2oo ml apă distilată şi se macerează pe baia de apă timp de 2 ore..... 4 ore.

După răcire se filtrează lichidul din pahar printr-un filtru, spălînd prin decantare cu apă caldă agregatul depus la fundul paharului.

Filtrul se introduce într-o capsulă de porţelan uscată în prealabil în etuvă la (1o5° - 11o°C)şi cîntărită.Se evaporă lichidul din capsulă pînă la sec, apoi se introduce capsula în etuvă la (1o5° - 11o°C). Se repetă operaţia uscării pînă la masă constantă.

Procentul de săruri solubile se calculează cu formula:

$$\% \text{ săruri solubile} = \frac{m_1}{m} \cdot 1oo$$

în care:

m - masa substanţei luată pentru determinare, în g

m_1 - masa sărurilor solubile rămase în capsulă, în g

Ca rezultat se ia media a trei determinări.

Rezultatul determinărilor, analizelor şi încercărilor se va înscrie în buletinul de analize şi încercări de tipul anexat în STAS 46o6-62.

Se pot emite şi buletine parţiale, numai pentru determinările efectuate.

Determinări specifice agregatelor uşoare.

Asupra agregatelor uşoare, în afară de determinările arătate pînă acum pentru agregatele grele, se vor face în plus:

- determinarea stabilităţii la fierbere
- determinarea constantei de volum în prezenţa cimentului.

Determinarea stabilităţii la fierbere.

Se urmăreşte prin aceasta prezenţa în masa agregatului a oxidului de calciu sau a oxidului de magneziu, care prin hidratarea ulterioară ar putea produce fenomene de expansiune în piesa de construcţie.

Stabilitatea la fierbere se determină pe fracţiunea 7/15 sau 15/30.

Din fracţiunea respectivă se iau 500 g de material, uscat la 105°C pînă la masă constantă. Materialul se aşează pe un ciur de ţesătură metalică nr. 3 STAS 1078-50, care se aşează într-o oală de 5 l capacitate. Distanţa dintre fundul oalei şi ciur va fi de 4.....5 cm. Se toarnă în oală apă curată pînă la 7.....8 cm sub marginea de sus şi se fierbe timp de o oră, controlîndu-se ca în acest interval să fie cufundate în apă.

După răcire, se trec granulele de pe ciurul de ţesătură metalică printr-un ciur de tablă perforată cu ochiuri rotunde nr. 7R, respectiv nr. 15R STAS 1078-50 pentru a se îndepărta materialul care s-a sfărîmat sau dizolvat. Se usucă apoi materialul care a rămas pe ciur pînă la masă constantă. Procentul de pierderi la fierbere se calculează cu formula:

$$\% \text{ pierderi la fierbere} = \frac{m - m_1}{m_1} \cdot 100$$

în care:

m - masa probei uscate, înainte de fierbere, în g

m_1 - masa probei uscate, după fierbere, în g.

Determinarea constantei de volum în prezenţa cimentului.

Din mostra reprezentată se ia o cantitate de 300 g agregat, care se macină pînă la trecerea completă prin sita de ţesătură de sîrmă nr. 02 STAS 1077-50.

Agregatul măcinat se amestecă pînă la omogenizare, cu 100 g ciment Portland a cărui constantă de volum a fost controlată conform STAS 227-49, apoi se amestecă cu apă pînă cînd se obţine o pastă de consistenţă normală.

Din această pastă se confecţionează trei turte, care se păstrează timp de 24 ore într-o cutie cu aer umed (conform STAS 227-49) apoi se fierb în apă timp de 2 ore.

Agregatul se consideră că satisface încercarea de constantă a volumului dacă turtele după fierbere, nu prezintă crăpături sau deformaţii.

Asupra unor agregate uşoare se mai fac următoarele determinări:

- determinarea conţinutului în substanţe combustibile - la zgura de cărbune şi sterilul ars (STAS 3832-53).
- determinarea sulfatului total din agregate la zgura de cărbuni şi zgura de furnal (STAS 3832-53 şi STAS 4242-63).

Livrarea agregatelor.

Se face de către balastiere şi cariere care sînt obligate să aibă instalaţiile necesare pentru a putea livra toate sorturile de agregate specificate mai jos.

0.....1	7..... 15	
0.....3	7..... 20	
0.....7	7..... 30;	7.....70
	7..... 40	

Livrarea se face în vrac iar la recepţia agregatului $\leq$ 7 mm se va ţine seama de gradul de umiditate şi de tasare, precum şi, în timp de iarnă, de conţinutul de gheaţă şi zăpadă aplicîndu-se un coeficient de corecţie.

Agregatele uşoare se livrează: de către cariere, cele naturale, sau de către întreprinderi, cele artificiale.

Livrarea se face în saci sau vrac.

Transport şi depozitare.

Agregatele pot fi transportate cu orice mijloc de transport. Depozitarea se va face pe platforme uscate, separate pe sorturi şi păstrate în condiţii care să le ferească de impurităţi.

BIBLIOGRAFIE

1. Materiale de construcţii - Al.Steopoe; Ed.tehnică,Bucureşti 1964.

2. Îndrumător pentru laboratorul de betoane al şantierului - Al.Steopoe; Ed.Tehnică,Bucureşti 1964.

3. Betonul. Materiale utilizate Proprietăţi şi execuţie - Mihail D.Hanganu

4. Betonul.Indreptar teoretic şi practic pentru şantier - Editura tehnică.

5. Cîteva probleme referitoare la ciment şi beton. - Al. Steopoe.

6. Examinarea cimentului,agregatelor şi betoanelor în laboratorul de şantier. - Al Steopoe

7. Culegere de normative,vol.II - M.I.C. 1954.

8. Indrumător pentru încercarea materialelor în laboratorul de şantier (trad.din l.rusă) - G.M.Serebrennîi M.I.C.M.C. 1953.

9. Condiţii tehnice pentru executarea şi recepţionarea lucrărilor de beton armat..... - CSCAS o3.o7-57 Editura Tehnică.

lo. Introducere în teoria betonului vol. I - Nicolau Ed. de STAT 1954.

11. STAS 46o6-62 ..... - Agregate naturale grele pentru mortare şi betoane obişnuite, cu lianţi hidraulici Metode de încercare.

Scanned with OKEN Scanner

Capitolul VII
MORTARE

A. GENERALITATI.

Mortarele sînt amestecuri de lianţi, agregat mărunt şi apă, care se caracterizează printr-o lucrabilitate mare şi în care se pot introduce adausuri active, substanţe cu caracter plastifiant, sau substanţe care accelerează sau întîrzie priza.

Clasificarea mortarelor.

1. După domeniul de utilizare, mortarele se clasifică în:

- mortare de zidărie, care servesc pentru a lega între ele diferite pietre de construcţie, în vederea obţinerii unor elemente de construcţie.
- mortare de tencuială, care aplicate în unul sau mai multe straturi, servesc pentru protejarea şi înfrumeseţarea construcţiilor.

2. După natura liantului de bază şi adausurilor, mortarelor se clasifică în:

-a Mortare pe bază de var:
- mortare de var simplu;
- mortare de var - ciment;
- mortare de var - ipsos;
- mortare de tras-var;

-b Mortare pe bază de ciment:
- mortare de ciment simplu;
- mortare de ciment - var;
- mortare de ciment - argilă.

c- Mortare pe bază de ipsos:
- mortare de ipsos simplu;
- mortare de ipsos - var;

Denumirea de bază a mortarului este determinată de liantul care predomină în greutate.

După marcă(rezistenţa minimă la compresiune), mortarele se împart în mărcile specificate în tabelul nr. 65.

Tabelul 65

Marca mortarului	Rezistenţa la compresiune, în kgf/cm^2
4	4 - 9
10	10 - 24
25	25 - 49
50	50 - 99
100	min. 100

Aceste mărci se obţin la 28 zile de la confecţionarea cuburilor pentru toate mortarele, în afară de mortarele de var, la care marca se obţine la 90 zile.

După densitatea aparentă mortarele se clasifică conform tabelului nr. 66.

Tabelul 66

Felul mortarului	Densitatea aparentă, kg/m^3
Mortare de greutate mijlocie	1500 - 1800
Mortare uşoare	1000 - 1500
Mortare foarte uşoare	sub 1000

După dozaj mortarele se clasifică în:
- mortare grele - cu dozajul 1:1; 1:2;
- mortare mijlocii - cu dozajul 1:3; 1:5;
- mortare slabe - cu dozajul 1:5; 1:7.

Scanned with OKEN Scanner

Dozajul reprezintă raportul dintre volumele de liant și nisip.

Materialele componente ale mortarelor.

Liantii.

- Pasta de var se utilizează în 3 calități: 1, 2, 3; care pentru consistența 12 are densitățile aparente cele indicate în tabelul nr. 67.

Tabelul 67

Calitatea pastei de var	Densitatea aparentă a pastei kg/m^3
I	1300
II	1350
III	1400

Varul se poate folosi în mortar, atît ca liant, în cazul mortarelor pe bază de var (mortare de var, var-ciment, var - ipsos) și în acest caz el predomină cantitativ cît și ca plastifiant, în mortarele de tras-var.

- Argila - se poate utiliza ca liant pentru mortarele de argilă și argilă-var sau ca plastifiant la mortarele de ciment - argilă. Pasta de argilă folosită la mortare trebuie să aibă consistență de 13-15 cm.

Ipsosul - folosit la mortare trebuie să îndeplinească condițiile de calitate conform STAS 545 - 49.

Cimentul - se utilizează următoarele cimenturi:
- ciment Portland STAS 388-49;
- ciment Portland cu 17 % adausuri STAS 1500-55;
- ciment metalurgic M_{300}, M_{400} STAS 1802-53;
- ciment cu tras T_{25} STAS 1118 - 50;
- ciment de furnal F_{250}; F_{300} STAS 2700-53.

Agregatele.

Ca agregat la mortare folosim nisipul de concasaj şi cel natural care trebuie să corespundă STAS 1667 - 5o.

Dimensiunile maxime la nisip sînt condiţionate de domeniul de utilizare al mortarului:

- pentru mortare de zidărie - 5-7 mm;
- pentru mortare de rosturi - 1-3 mm;
- pentru mortare de tencuială: grund - 3 mm; strat vizibil - 1 mm.

La confecţionarea mortarelor se pot utiliza şi nisipurile de mare, cenuşile de termocentrală preţum şi nisipurile provenite din concasarea deşeurilor ceramice.

Pentru a asigura lucrabilitatea şi marca la mortarele preparate cu aceste nisipuri (de mare, cenuşe de termocentrală şi nisipurile provenite din deşeurile ceramice) este necesar să se adauge o cantitate de 3o-5o % nisip normal, sau să se sporească cantitatea de plastifianţi şi lianţi cu maximum lo%, în funcţie de domeniul de folosire.

Adausul de nisip normal se va stabili numai pe baza rezultatelor obţinute din încercări.

Nisipurile de mare, nisipurile provenite din concasarea pietrelor naturale sau deşeurilor ceramice nu se vor utiliza la mortare cu marca mai mare ca 25.

Apa.

Apa de amestecare necesară preparării mortarelor va corespunde condiţiilor prevăzute în STAS 79o-61. "Apă pentru mortare şi betoane".

Adausurile din mortare pot avea următoarele roluri:

Plastifianţi.

Această categorie cuprinde adausurile anorganice, precum şi adausurile organice cu caracter tensio-activ, denumite aditivi plastifianţi.

Ca adausuri anorganice se utilizează varul pastă de consistenţă 12 cm şi argila de consistenţă 13-15 cm.

Ca adausuri organice se pot utiliza plastifianţi hidrofobi, hidrofili sau micşti.

Acceleratori de întărire.

La lucrările executate pe timp friguros, ca accelerator de întărire se poate folosi clorura de calciu pentru mortarele de zidărie de ciment şi ciment - var cu marca peste 5o.

Utilizarea clorurii de calciu se va face conform STAS 3316-52.

Intîrzietori de priză.

Ca întîrzietor de priză pentru mortarele pe bază de ipsos se va utiliza întîrzietorul de priză denumit BS (preparat din NaOH, clei de oase, praf de var).

Intîrzietorul de priză BS are următoarele caracteristici:

- produce o întîrziere a prizei ipsosului cu peste o oră pentru un consum de clei uscat cuprins între o,ol % şi o,o3 %;
- permite o reglare a timpului de priză între limitele foarte largi, în funcţie de necesităţi.
- are proprietatea de a se conserva în timp.
- nu reduce rezistenţele mecanice ale ipsosului ci dimpotrivă, avînd accentuate proprietăţi plastifiante, micşorează cantitatea de apă de amestecare pentru aceeaşi consistenţă.

B. STABILIREA COMPOZITIEI MORTARELOR.

Alegerea liantului, a agregatului şi a dozajului de plastifiant se face astfel:

- pentru mortare de zidărie, în funcţie de marca mortarului, de felul lucrării, de lucrabilitatea şi de umiditatea mediului.
- pentru mortarele de tencuială, în funcţie de elementele de construcţii pe care se aplică, de adezivitatea, de umiditatea mediului şi de cerinţele arhitectonice.

Dozajele uzuale pentru mortarele de zidărie prescrise în STAS 1o3o - 55, care pot fi folosite fără încercări, în cazul utilizării nisipurilor naturale verificate, sînt date în tabelele nr. 68; 69; şi 7o.

Tabelul 68

Dozajele uzuale în volume pentru mortare de zidărie.

Marca mortarului	Tipul mortarului	Dozaj în părţi - volume		
		Ciment 3oo	Var - pastă	Nisip
4	var	-	1	3
1o	var-ciment	1	1	1o
25	ciment-var (argilă)	1	o,7	7
5o	ciment-var (argilă)	1	o,4	5
1oo	ciment-var (argilă)	1	o,2	4
1oo	ciment	1	-	4

Observaţie. Cînd se foloseşte un ciment de marcă 4oo sau 25o, dozajul se va corecta micşorînd sau mărind cantitatea de ciment cu 1o %.

Tabelul 69

Cantităţi de materiale necesare pentru 1 m^3 mortar de zidărie.

Marca mortarului	Tipul mortarului	Cantităţi de materiale necesare pentru 1 m^3 mortar de zidărie				
		Ciment PZ 3oo kg	Var - m^3	pastă kg	m^3	Nisip kg
4	var	-	o,3oo	39o	1,o3o	134o
1o	var-ciment	123	o,1oo	13o	1,o3o	134o
25	ciment-var (argilă)	175	o,1oo	13o	1,o3o	134o
5o	ciment-var (argilă)	245	o,o8o	1o5	1,o3o	134o
1oo	ciment-var (argilă)	3o6	o,o8o	65	1,o3o	134o
1oo	ciment	36o	-	-	1,o3o	134o

Scanned with OKEN Scanner

Observaţii. Cantităţile indicate mai sus sînt informative, ele variind în funcţie de granulozitatea nisipului şi de consistenţa mortarului.

Tabelul 7o

Dozaje recomandate pentru mortare de tras-var.

Marca mortarului	Dozaj în părţi - volume			Observaţii
	tras	var-pastă	nisip	
25	1	o,5	2	
5o	1	o,5	1	

Dozajele uzuale prescrise în STAS 1o3o-55, pentru mortarele de tencuială, în cazul utilizării nisipurilor verificate sînt indicate în tabelele nr. 71; 72; 73 şi 74.

Tabelul 71

Dozaje uzuale în volume, pentru mortare de tencuială

Marca mortarului (informativ)	Tipul mortarului	Dozaj în părţi - volume				Observaţii
		ciment PZ_{3oo}	ipsos cons.	var pastă	nisip	
4	var	-	- -	1	3	
4	var-ipsos	-	o,2	1	3	
1o	var-ciment	1 -	-	2	8	pentru umidităţi sub 6o %
1o	var-ciment	1	-	1,5	7	pentru umidităţi peste 6o%
25	var(argilă ciment)	1	-	1	6,5	
5o	ciment(var argilă)	1	-	o,3	4	
1oo	ciment	1	-	-	3	
1oo	ciment-var	1	-	o,2	3	

Tabelul 72

Cantităţi de materiale necesare pentru 1 m^3 mortar de tencuială

Marca mortarului (informativ)	Tipul mortarului	Cantităţi de materiale necesare pentru 1 m^3					Observaţii
		Ciment	var - pastă		Nisip		
		PZ 300 kg	m^3	kg	m^3	kg	
4	var	-	0,310	405	1,030	1340	
10	var-ciment	153	0,250	325	1,030	1340	Pentru umidităţi sub 60%
10	var-ciment	175	0,215	280	1,030	1340	Pentru umidităţi peste 60 %
25	var-(argilă ciment)	190	0,155	200	1,030	1340	
50	ciment -var (argilă)	306	0,075	100	1,030	1340	
100	ciment	408	0,050	65	1,030	1340	

Observaţii.

Dozajele uzuale pentru mortare pe bază de ipsos şi nisip verificate, utilizate la lucrările de zidărie şi tencuială şi prescrise de STAS 1030-55, sînt date în tabelele 73 şi 74.

Tabelul 73

Dozajul în volume pentru mortare pe bază de ipsos.

Marca mortarului	Tipul mortarului	Dozaj în părţi - volume				Observaţii
		ipsos de construcţii	ipsos ameliorat	var pastă	nisip	
10	ipsos-var	1	-	0,5	3	
25	ipsos	1	-	-	2	
50	ipsos	1	-	-	1	
50	ipsos	1	-	-	-	pastă-ipsos

Observaţii.

In mortarele de marcă 25, 5o şi în pastă de ipsos pentru o mai bună plasticitate şi comportare în timp se poate introduce pasta de var gras în proporţie de o,5 părţi la una parte ipsos.

Tabelul 74.

Cantităţi de materiale necesare pentru 1 m^3 mortar.

Marca mortarului	Tipul mortarului	Cantităţi de materiale necesare ptr.1 m^3 mortar					Observaţii
		ipsos	var-ipsos		nisip		
		kg	m^3	kg	m^3	kg	
1o	ipsos-var	3oo	o,17o	22o	1,ooo	1325	
25	ipsos	49o	-	-	1,o7o	14oo	
5o	ipsos	76o	-	-	o,84o	1o9o	
5o	pastă-ipsos	1ooo	-	-	-	-	

La prepararea mortarelor obişnuite trebuie să se ţină seama de umflarea nisipului sub acţiunea umidităţii, determinîndu-se zilnic umiditatea acestuia.

Pentru nisip cu umiditate de 2 % sau mai mare şi o densitate în grămadă de circa 13oo kg/m^3, se va ţine seama de dozajele menţionate în tabelele nr. 68, 69, 7o, 71, 72, 73, şi 74.

La utilizarea nisipului uscat cu umiditate sub 2 %, cantităţile de lianţi, din tabelele nr. 68, 69, 7o, 71, 72, 73 şi 74 se măresc cu 1o %.

Atunci cînd se folosesc ca agregate materiale pentru care nu există o experienţă suficientă (nisipuri de mare, zguri, cenuşi) sau atunci cînd se urmăreşte reducerea consumului de lianţi şi plastifianţi stabilirea compoziţiei mortarelor de zidărie şi tencuială se va face pe bază de încercări preliminare.

Pentru stabilirea dozajelor prin încerçări preliminare se vor folosi formulele de calcul de la pag.296 din STAS 1o3o-55, iar compoziţiile stabilite prin calcul se vor verifica experimental în conformitate cu acelaşi standard.

Scanned with OKEN Scanner

Calculul dozajului aproximativ la mortarele de zidărie şi tencuială.

Pentru mortarele de zidărie.

- Dozajul de ciment

Calculul dozajului aproximativ de ciment la mortarele de zidărie pentru o anumită marcă de mortar, în funcţie de marca cimentului, se stabileşte cu formula:

$$Dc = \frac{Mm}{K.Mc} \cdot 1oo, \quad kg/m^3$$

în care:

Dc - dozajul de ciment, în kg la 1 m^3 nisip
Mm - marca mortarului, kgf/cm^2
K - coeficient egal cu o,7 la încercarea cimentului pe mortare normale.
Mc - marca cimentului, kgf/cm^2

- Dozajul de plastifiant necesar asigurării lucrabilităţii mortarelor de ciment compuse, se stabileşte cu formula:

$$Dp = 17o\ (1 - o,oo2\ Dc), \quad l/m^3$$

în care:

Dp - cantitatea de pastă de var cu densitatea aparentă 1,3o1 - 1,35o kg/dm^3 şi consistenţă 12 cm, sau de pastă de argilă de consistenţă 13 - 15 cm, în litri la 1 m^3 de nisip.

Pe şantier Dp se poate lua şi în kg/m^3. In acest caz se va determina pentru pasta de var sau argilă densitatea aparentă.

Pentru mortarele de tencuială.

- Dozajul de ciment

Pentru calculul dozajului aproximativ de ciment la mortarele de tencuială se foloseşte formula:

$$Dc = 1000 \sqrt{\frac{Mm}{2.Mc}}, \quad kg/m^3$$

în care:

Dc - dozajul de ciment în kg la 1 m^3 de nisip
Mm - marca mortarului, kgf/cm^2
Mc - marca cimentului, kgf/cm^2

- Dozajul de plastifiant se stabileşte cu formula:

$$Dp = 160 (1 - 0,001 Dc), \ l/m^3$$

Cînd pasta de var utilizată are densitatea aparentă mai mare de 1350 kg/m^3 la consistenţa 12, cantitatea de pastă rezultată din formule se va majora cu 10 %.

Prin depozitare în groapa de var, consistenţa pastei de var se schimbă şi deci densitatea aparentă variază:

Pentru dozarea corectă a pastei de var de altă consistenţă, se va aplica un coeficient de corecţie calculat cu formula:

$$K = \frac{\rho_{a_{12}} - 1000}{\rho_a - 1000}$$

în care:

K - coeficientul de corecţie.
$\rho_{a_{12}}$ - densitatea aparentă a pastei la consistenţa 12
ρ_a - densitatea aparentă reală a pastei, în momentul întrebuinţării.

Pentru calculul dozajului aproximativ de ciment atît la mortarele de zidărie cît şi la mortarele de tencuială se pot folosi formulele date, însă la mărci de mortar pînă la 25 este necesar să se oprească dozajul de ciment.

La stabilirea dozajului de adaus plastifiant se va ţine seama ca raportul în volume dintre pasta de var sau argilă şi ciment, să nu depăşească valorile din tabelul nr. 76.

Tabelul 75

Dozaj minim de ciment kg/m^3	Domeniul de utilizare a mortarului
1oo	Lucrări de zidărie în mediu uscat
12o	Lucrări de zidărie în mediu umed
1oo	Lucrări de tencuială în încăperi cu umiditate < 6o %
13o	Lucrări de tencuială în încăperi cu umiditate peste 6o % precum şi lucrări de tencuială exterioare expuse în mod obişnuit (pereţi netezi)
2oo	Lucrări de tencuială puternic expuse (brîie, solbancuri etc.)

Tabelul 76

Felul mortarului şi mediul	Raport în volume	
	var pastă: ciment	Pastă argilă: ciment
Mortare de zidărie în mediu uscat (umiditatea sub 6o %)	2	1
Mortare de zidărie în mediu umed (umiditate peste 6o %)	o,7	o,7
Mortare de tencuială în încăperi cu umiditate sub 6o %	4	3
Mortare de tencuieli în încăperi cu umiditate peste 6o %	2	1,5
Mortare de tencuieli exterioare expuse obişnuit (pereţi netezi fără profile).	3	2
Mortare de tencuieli exterioare puternic expuse (brîie, solbancuri etc.).	1	1

Dozajele stabilite atît pentru mortarele de ciment cît şi pentru mortarele de ciment cu adaos de var sau de argilă pe baza formulelor date vor fi verificate în laborator în ce priveşte marca mortarului, consistenţa şi tendinţa de segregare.

Dozajele mortarelor se verifică şi se stabilesc în laborator pe lianţi de anumită marcă şi calitate, cu o anumită densitate în grămadă sau în pastă.

Dacă densitatea în grămadă a cimentului, ipsosului, trasului, pastei de var sau de argilă, folosite pe şantier, diferă de valorile care au stat la baza încercărilor de laborator, se vor corecta dozajele de volum după formulele de mai jos, astfel:

a - pentru substanţele în pulbere cu ajutorul formulei:

$$Dc = \frac{\rho_{an}}{\rho_a} \cdot Dn$$

în care:

Dn - dozajul dat în tabel

ρ_{an} - densitatea în grămadă a materialului, luată ca bază la încercări (pentru dozajul dat de tabel sau calculat).

ρ_a - densitatea în grămadă, reală.

b- pentru pasta de var, respectiv pentru pasta de argilă cu ajutorul formulei:

$$Dp = \frac{\rho_{an} - 1000}{\rho_a - 1000} \cdot Dn$$

în care:

Dn, ρ_{an} şi ρ_a - au aceeaşi semnificaţie ca mai sus.

Exemplu de calcul

Să se calculeze dozajul de ciment şi de plastifiant la un mortar de marcă M50, la care se foloseşte ciment de marcă P300.

$$Dc = \frac{Mm}{K \cdot Mc} \cdot 1000, \text{ kg/m}^3 \text{ nisip}$$

$$Dc = \frac{50}{0,7 \cdot 300} \cdot 1000 = 238 \text{ kg ciment/m}^3 \text{ nisip}$$

Formula de calcul a dozajului de plastifiant în cazul cînd consistenţa pastei de var 12, va fi:

$$Dp = 17o\ (1 - o,oo2\ .\ Dc),\ \ l/m^3 \text{ nisip}$$

$$Dp = 17o\ (1 - o,oo2.238) = 881\ l/m^3 \text{ nisip.}$$

Ca să exprimăm dozajul de plastifiant în kg/m^3 trebuie să cunoaştem densitatea aparentă a pastei de var de consistenţă 12.

Presupunînd că ρ_a var = 13oo kg/m^3, dozajul în plastifiant va fi:

$$Dp = \frac{881}{13oo}\ .\ looo = 67\ kg/m^3$$

Să se calculeze dozajul de ciment şi de plastifiant la un mortar de tencuială de marcă M_{5o}, în cazul cînd se foloseşte ciment de marcă P4oo şi pastă de var de consistenţă 12 cm, cu densitatea aparentă de 13oo kg/m^3.

$$Dc = looo\ \sqrt{\frac{Mm}{2.Mc}}\ kg/m^3 \text{ nisip}$$

$$Dc = looo\ \sqrt{\frac{5o}{2.4oo}} = looo\ .\ o,24=24o\ kg/m^3 \text{ nisip}$$

Dozajul de plastifiant:

$$Dp = loo\ (1 - o,ool\ Dc)\ l/m^3 \text{ nisip}$$

$$Dp = loo\ (1 - o,ool\ .\ 24o) = 76\ \ l/m^3 \text{ nisip}$$

Dozajul de plastifiant în kg/m^3, cînd se cunoaşte densitatea aparentă a pastei de var de consistenţă 12, va fi:

$$Dp = \frac{76}{13oo}\ .\ looo = 58,5\ kg/m^3 \text{ nisip}$$

C. <u>CONDIŢII TEHNICE.</u>

<u>Consistenţa mortarelor</u> - trebuie să fie cuprinsă între următoarele limite:

- La mortarele de zidărie de cărămidă sau blocuri de beton uşor: 7-8 cm.

- La mortarele de zidărie de piatră sau blocuri de beton compact: 4 - 7 cm.

-La mortarele de tencuială:

- pentru spriţ..... 11 - 12 cm
- pentru grund ..... 7 - 8 cm
- pentru stratul vizibil..... 9 - 10 cm

Gradul de segregaţie - trebuie să fie cuprins între limitele următoare:

- pentru mortare de zidărie: 0,00 - 0,35
- pentru mortare de tencuială: 0,10 - 0,23.

Rezistenţa la compresiune a mortarelor de ciment curat sau de ciment cu adaos de plastifiant anorganic, la diferite intervale de timp după aplicare, se determină aproximativ în funcţie de rezistenţa la compresiune la 28 zile, cu ajutorul formulei:

$$R_t = R_{28} \frac{K_t}{28(K-1)+t}, \ kg/cm^2$$

în care:

R_t - rezistenţa la compresiune a mortarului după t zile, în kgf/cm^2.

R_{28} - rezistenţa la compresiune a mortarului după 28 zile, în kgf/cm^2

K - un coeficient care se ia egal cu 1,5 pentru mortarele de ciment cu plastifianţi anorganici.

t - timpul de întărire a mortarului în zile.

In tabelul nr. 77 se dau rezistenţele la compresiune aproximative, la diferite vîrste ale mortarelor de ciment şi de ciment cu adaos de plastifianţi, la temperatură normală, în raport cu rezistenţa la compresiune după 28 zile (considerînd $R_{28} = 1$).

Rezistenţa mortarelor de ciment şi ciment cu adaos de plastifiant, la diferite vîrste.

Tabelul 77

Vîrsta în zile	3	7	14	28	6o	9o
Rezistenţa la compresiune $\frac{R}{R_{28}}$ considerînd $R_{28}=1$	o,25	o,5o	o,75	1	1,2	1,3

Pentru întărirea la temperatură mai mici decît + 15°C, rezistenţele din tabelul nr. 77 se reduc cu un coeficient care depinde de temperatura la care se întăresc mortarele. Coeficientul de reducere este dat în tabelul nr. 78.

Tabelul 78

Coeficientul de reducere al rezistenţelor mortarelor cînd se întăresc la temperaturi sub 15°C.

Temperatura de întărire	Coeficientul de reducere
de la + 1 pînă la + 4°C	o,6
de la + 5 pînă la + 9°C	o,8
de la + lo pînă la + 14°C	o,9

Rezistenţa la îngheţ-dezgheţ - este determinată de proprietatea corpurilor de probă de a suporta, în stare saturată cu apă, un anumit număr de cicluri de îngheţ-dezgheţ, fără ca greutatea lor să scadă cu mai mult de 5 %, iar rezistenţa cu mai mult de 25 %.

Mortarele pentru tencuieli exterioare, puternic expuse, trebuie să reziste la minimum lo cicluri îngheţ-dezgheţ.

Controlul calităţii mortarelor şi metode de încercări.

Controlul calităţii mortarelor proaspete şi întărite constă în determinarea următoarelor caracteristici:

- consistenţa
- tendinţa de segregare
- densitatea aparentă
- rezistenţa la compresiune
- rezistenţa la îngheţ-dezgheţ

Luarea probelor.

Probele necesare încercărilor se iau din varniţele în care se amestecă mortarul (la prepararea manuală) sau din malaxorul sau betoniera de amestecare în timpul golirii (la prepararea mecanizată) în modul următor: se iau din varniţe cel puţin 3 locuri diferite şi de la o adîncime de 10-15 cm, probe de cel puţin 3 l; din malaxor sau din betonieră se iau de la începutul, mijlocul şi sfîrşitul descărcării amestecului, probe de cel puţin 3 l.

Probele luate se pun într-un vas şi se amestecă bine, preparîndu-se astfel proba medie de cel puţin 9 l care se aduce la laborator pentru încercări. Inainte de încercări, proba medie se reamestecă timp de 3 minute.

Determinarea consistenţei.

Prin consistenţa unui mortar proaspăt preparat se înţelege mobilitatea acestuia sub acţiunea masei proprii sau a unor forţe exterioare care acţionează asupra lui.

Consistenţa mortarului proaspăt se determină cu ajutorul conului etalon şi se exprimă prin adîncimea de scufundare a acestuia în mortar, măsurată în cm, de-a lungul generatoarei sale.

Aparatură.

Con etalon (fig. 100) confecţionat din tablă inoxidabilă. Conul este prevăzut cu o tijă care serveşte drept mîner. In vîrful conului se toarnă plumb, pentru ca masa totală a aparatului să fie de 300 ± 2 g.

Generatoarea conului este împărţită în 15 diviziuni de cîte 1 cm.

Vas din tablă de oţel, de formă tronconică cu diametrul gurii de 150 mm, diametrul fundului de 20 mm şi înălţimea de 180 mm (fig. 101).

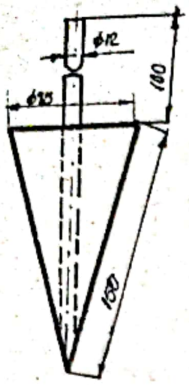


Fig. 100.

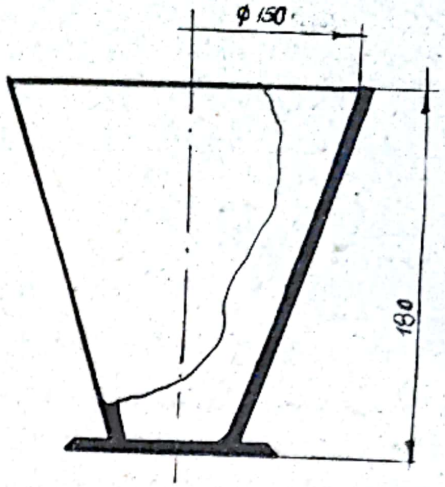


Fig. 101.

Pregătirea probei.

Cînd determinarea consistenţei se face în laborator în scopul stabilirii cantităţii de apă necesară pentru a obţine un mortar de consistenţă cerută sau în scopul de a stabili consistenţa unui mortar dat, pregătirea probelor de mortar se face după cum urmează:

- amestecul dozat în greutate sau volum, în cantitate de circa 10 litri este introdus într-o ladă de lemn bine închisă, căptuşită cu tablă sau într-o tavă metalică curată şi care a fost în prealabil umectată.

In cazul mortarelor de var, pasta se diluează la început cu jumătate din cantitatea totală de apă care se va întrebuinţa şi se amestecă bine, apoi se adaugă nisipul şi restul de apă (pînă la consistenţa cerută).

In cazul mortarelor de ciment - var (argilă), var (argilă) - ciment tras - var, ipsos cu întîrzietor de priză, se vor amesteca în prealabil lianţii în pulbere cu nisipul în stare uscată, adăugîndu-se apoi apa necesară care conţine plastifiantul (var pastă de consistenţa 12 cm sau pastă de argilă de consistenţă 13..... 15 cm), întîrzietorul de priză în cazul ipsosului, continuîndu-se amestecarea pentru o cît mai bună omogenizare.

Liantul, plastifiantul şi nisipul se cîntăresc cu o precizie de ± o,olo kg iar apa se introduce cu o precizie de ± lo ml.

Timpul necesar amestecării este de 5 minute din momentul adăugării apei.

Pregătirea probei şi determinările se vor efectua la o temperatură de 19 ± 3°C.

Efectuarea determinării.

Pentru încercare, proba de mortar astfel pregătită se reamestecă cu mistria şi se introduce în vasul tronconic pentru determinarea consistenţei pînă la un nivel aproximativ de 1 cm sub marginea superioară.

Mortarul proaspăt se îndeasă prin împungere de 2o ori cu o vergea de oţel avînd un diametru de 8-lo mm şi se scutură uşor vasul pentru a nivela suprafaţa.

Conul - etalon, în prealabil umectat, se aşează în poziţie verticală la mijlocul suprafeţei din vasul tronconic, ţinîndu-se uşor cu mîna, astfel încît vîrful lui să atingă suprafaţa mortarului.

Din această poziţie se lasă să pătrundă în mortar prin greutatea proprie. Citirea pătrunderii conului se face pe generatoarea lui, observînd urma lăsată de mortar.

Inainte de fiecare determinare, mortarul se reamestecă timp de 3o secunde.

După fiecare întrebuinţare, conul se curăţă cu îngrijire.

Ca rezultat pentru consistenţă se ia media a trei determinări.

Determinarea tendinţei de segregare.

Tendinţa de segregare a mortarelor se defineşte prin raportul dintre diferenţa de consistenţă între stratul superior şi stratul inferior al unui mortar proaspăt, după ce acesta a fost lăsat în repaus timp de 3o minute şi consistenţa iniţială a mortarului.

Observaţii: Determinarea tendinţei de segregare nu se face la mortare pe bază de ipsos.

Aparatură.

Aparatura necesară determinării tendinţei de segregare se compune din:

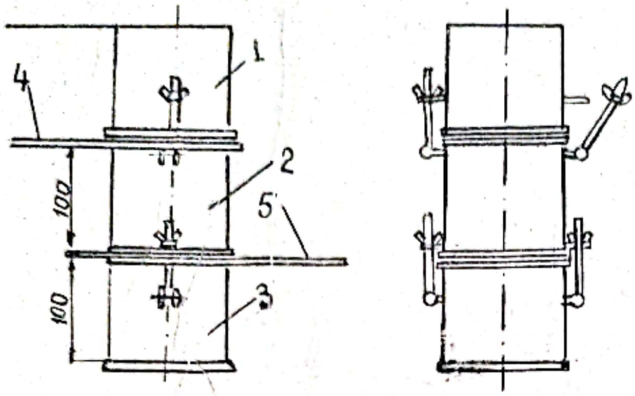


Fig. 1o2.

- Con etalon pentru determinarea consistenţei (fig. 1oo),

- Vas tronconic din tablă de oţel (fig. 1o1).

- Vas cilindric din metal cu diametrul de 13,3 cm şi înălţimea de 3o,5 cm, format din 2 inele şi un cilindru cu fund, asamblate cu garnituri de cauciuc şi strînse cu buloane şi piuliţe fluture (fig. 1o2).

Efectuarea determinării.

Proba de mortar proaspăt pregătită pentru această încercare, se toarnă în vasul tronçonic de metal şi i se determină consistenţa cu conul - etalon.

Mortarul din vasul tronconic este introdus din nou în lada sau cutia de metal, cu care s-a luat proba şi este omogenizat bine prin amestecare cu restul de mortar, timp de 3 minute.

Amestecul de mortar astfel omogenizat se răstoarnă în vasul cilindric de metal (fig. 1o2) pînă la umplerea completă, se împunge de 2o ori cu vergeaua cu diametrul de 8-1o mm, se netezeşte suprafaţa şi se lasă în repaus timp de 3o minute, acoperit cu o placă de sticlă. După acest timp, mortarul din treimea superioară a vasului (inelul 1), de 1o cm înălţime, împreună cu apa ce s-a separat la suprafaţa vasului cilindric se introduce în vasul tronconic şi se reamestecă timp de 3o secunde, după care i se determină consistenţa cu conul etalon.

Mortarul din treimea mijlocie (inelul 2) de 1o cm înălţime se elimină iar cel din treimea inferioară (cilindrul 3)

se toarnă de asemenea în vasul tronconic, se reamestecă timp de 30 secunde, apoi i se determină consistenţa ca şi la stratul din treimea superioară (inelul 1).

Operaţia de scoatere a diferitelor straturi din vasul cilindric cu mortar se execută prin deplasarea inelelor pe platformele (4), respectiv (5), după ce în prealabil s-au desfăcut buloanele cu care sînt prinse inelele între ele.

De pe platforma (4) şi din cilindrul cu fund (3), mortarul este răsturnat direct în vasele tronconice, pentru a nu se modifica starea mortarului.

Tendinţa de segregare este dată de relaţia:

$$S = \frac{Cs - Ci}{C}$$

în care:

S - tendinţa de segregare

Cs - consistenţa stratului superior de mortar, în cm,

Ci - consistenţa stratului inferior de mortar, în cm.

C - consistenţa iniţială a mortarului omogenizat, în cm.

Densitatea aparentă.

Densitatea aparentă (ρ_a) a mortarului proaspăt este masa unităţii de volum a mortarului şi se exprimă în kg/dm^3.

Aparatura.

- Vas cilindric (fig. 103) confecţionat din tablă, avînd o capacitate de 1 litru. Diametrul interior al vasului este de 124 mm, iar înălţimea de 83 mm; grosimea peretelui este de circa 2 mm.

- Pîlnie prelungitoare (fig. 104), din tablă de oţel, avînd aceleaşi dimensiuni ca ale vasului.

Efectuarea determinării.

Pentru efectuarea determinării, vasul cilindric gol se cîntăreşte în prealabil (fără pîlnie); apoi se aşează pîlnia şi se umple cu mortar, prin turnare, pînă la jumătatea pîlniei.

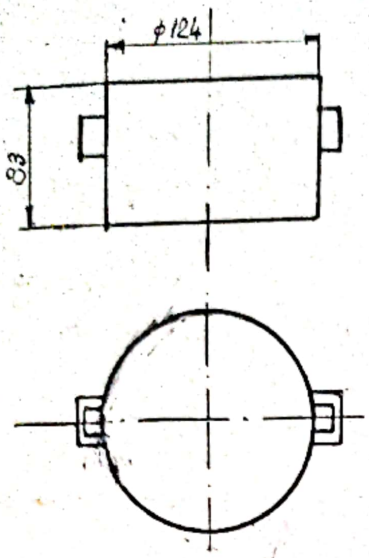


Fig.103.

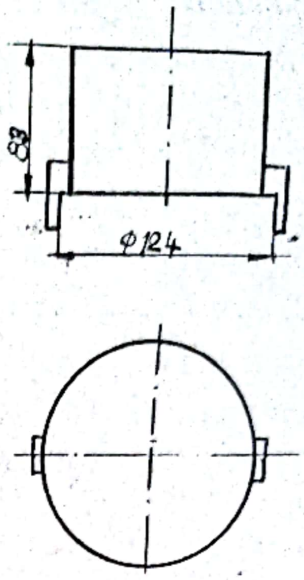


Fig. 104.

Mortarul proaspăt se îndeasă după cum urmează:

- în cazul unei consistenţe de 6 cm sau mai mică, prin aplicarea a 10 lovituri cu un maiu de lemn cu secţiunea pătrată, avînd latura de 4 cm.

- în cazul unei consistenţe mai mari de 6 cm, prin împungere de 20 ori cu o vergea metalică, avînd diametrul de 8-10 mm.

Se scoate apoi pîlnia prelungitoare, se îndepărtează excesul de mortar prin tăiere şi netezire cu o riglă metalică se curăţă bine vasul cilindric pe faţa exterioară şi se cîntăreşte vasul plin.

Densitatea aparentă a mortarului proaspăt se calculează cu relaţia:

$$\rho_a \quad m_2 - m_1 \quad , \quad kg/dm^3$$

în care:

ρ_a - densitatea aparentă, în kg/dm^3

m_1 - masa vasului gol, în kg

m_2 - masa vasului plin, în kg.

Ca mărime a densităţii aparente se ia media a 2 determinări.

Determinarea rezistenţei la compresiune.

Aparatură.

Maşina de încercat la compresiune, cu o forţă de maximum 2 tone pentru mortare simple de var şi de maximum 12 tone pentru toate celelalte tipuri de mortar, permiţînd o creştere uniformă a sarcinii cu o,5 kgf/cm^2 pe secundă respectiv 5 kgf/cm^2 pe secundă.

Maşinile de încercat vor fi prevăzute cu un dispozitiv emisferic pentru transmiterea uniformă a forţei asupra epruvetei de încercat.

Tipare metalice pentru epruvete, în formă de cuburi cu latura de 7,07 cm, de preferinţă sub formă de casete cu cîte 3 cuburi (fig. 105).

Fundul metalic al acestor tipare este înlocuit cu o cărămidă de argilă arsă, avînd feţele mari şlefuite pentru a fi perfect plane, sau cu plăci de ipsos de 8,5 x 8,5 x 3 cm, respectiv 25 x 9,5 x 3 cm, cu feţele perfect plane şi uscate.

Pregătirea probei.

La determinarea rezistenţei unui mortar, se prepară o cantitate de mortar de 7-8 kg, cu dozajul şi consistenţa cerută, într-o ladă bine închisă, căptuşită cu tablă sau într-o ladă metalică.

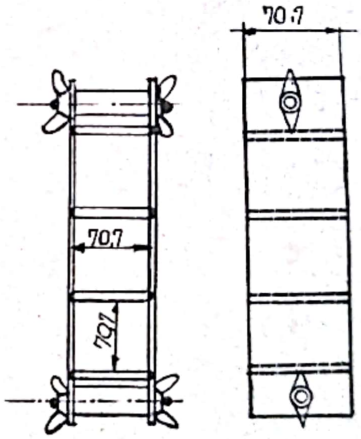


Fig. 105.

La prepararea mortarului se introduce mai întîi nisipul, apoi liantul în pulbere după care se amestecă bine cu mistria, pentru omogenizare. La urmă se adaugă apa care conţine eventual plastifiantul şi se amestecă din nou. Plastifianţii în pastă se vor dilua în prealabil cu apa de amestecare.

Dacă liantul este var - pastă, acesta se diluează la început cu jumătate din cantitatea de apă care se va întrebuinţa şi se amestecă bine, apoi se adaugă nisipul şi restul de apă.

In cazul mortarelor de ipsos-var sau pastă de ipsos, modul de preparare va fi următorul:

Se prepară mai întîi mortarul de var, adăugîndu-se apoi ipsosul necesar sub forma unei paste fluide. Pasta de ipsos se prepară prin presărarea ipsosului în apă, urmată de o amestecare energică.

Cînd se utilizează întîrzietorul de priză în praf, acesta se va amesteca în prealabil cu apa de amestecare, ne mai fiind necesară presărarea ipsosului.

Operaţiile de cîntărire se fac cu o precizie de ± 0,5 kg iar apa se introduce cu un vas gradat cu precizie de ± 0,02 litri.

Confecţionarea epruvetelor.

Pentru determinarea rezistenţei la compresiune se confecţionează şase epruvete în formă de cub.

Epruvetele se execută în tipare, cu menţiunea ca fundurile de cărămidă sau plăcile de ipsos să fie acoperite cu o foaie de hîrtie umedă.

Tiparele se ung în interior cu ulei mineral, evitîndu-se ungerea plăcii poroase de bază, apoi se umplu cu mortar în exces.

Aceasta se îndeasă prin împungere de 20 ori cu o vergea metalică cu diametrul de 8-10 mm.

Excesul de mortar se îndepărtează prin netezire cu o riglă metalică, după maximum 10 minute în cazul mortarelor de ipsos şi după o oră pentru celelalte tipuri de mortare.

Păstrarea epruvetelor pînă la încercare.

Epruvetele de mortar pe bază de var se decofrează după cel puţin 48 ore şi se aşează pe o altă placă de ipsos sau de cărămidă uscată, păstrîndu-se tot timpul numai în aer liber, la temperatura de 19 ± 3°C pînă la efectuarea determinării.

Epruvetele de mortar pe bază de ciment se decofrează după cel puţin 24 ore şi se păstrează 7 zile într-o cutie cu

aer umed şi apoi în aer la o temperatură de 19 ± 3°C, pînă la efectuarea determinării.

Epruvetele din mortar pe bază de ipsos se decofrează după cel puţin 2 ore şi se păstrează tot timpul numai în aer la temperatura de 19 ± 3°C pînă la efectuarea determinării.

Efectuarea determinării.

Determinările se fac la 7 şi 28 zile, iar pentru mortarele de var la 90 zile de la confecţionarea epruvetelor.

Sarcina de compresiune se aplică perpendicular pe direcţia de turnare a cubului, astfel ca axa cubului să coincidă cu axa dispozitivului emisferic şi cu axa maşinii de încercat şi trebuie să se transmită pe întreaga suprafaţă (50 cm^2).

Sarcina de compresiune se va mări încet şi continuu, aşa încît ea să crească cu circa 0,5 kgf/cm^2 pe secundă pentru mortarele pe bază de var şi cu 5 kgf/cm^2 pe secundă pentru toate celelalte tipuri de mortare.

Compresiunea se exercită pînă la sfărîmarea epruvetei, cînt acul manometrului începe să dea înapoi.

Rezistenţa de rupere la compresiune a cubului (σ_c) va fi dată de relaţia:

$$\sigma_c = \frac{G}{S} = \frac{G}{50} \text{ kgf/cm}^2$$

în care:

G - forţa maximă de rupere, în kgf.

S - Aria secţiunii solicitate a cubului, în cm^2.

Rezultatul este media aritmetică a celor 6 rezultate parţiale obţinute.

Încercări paralele pe prisme.

Paralel cu determinarea rezistenţei la compresiune a mortarelor pe epruvete în formă de cuburi, laboratoarele care fac aceste determinări vor face în mod obligatoriu pentru adunare de date experimentale şi determinarea rezistenţei la 28 zile, pe epruvete în formă de prismă, de 4 x 4 x 16 cm, confecţionate din mortare de aceeaşi compoziţie şi consistenţă ca cele pentru cuburi.

Incercarea se va face pe 3 prisme confecţionate în tipare, la care placa de bază nu e metalică, ci este înlocuită cu o placă poroasă.

Modul de confecţionare şi păstrare este acelaşi ca şi pentru cuburi.

Pe fiecare epruvetă se vor face două încercări la compresiune cîte una pe fiecare jumătate, cu ajutorul a două plăcuţe de metal de 4o x 4o mm şi 6o mm grosime, aşezate exact una peste alta, avînd prisma la mijloc. Pentru aceasta se trage pe fiecare jumătate a prismei pe cele două feţe opuse pe care se transmite forţa, cîte o linie de reper pentru o mai bună centrare, iar capătul plăcuţelor se aşează în dreptul liniei. Cele două plăcuţe marchează zona de compresiune şi vor fi aşezate cît mai central posibil pe fiecare jumătate a prismei.

Sarcina de compresiune se aplică perpendicular pe direcţia de îndesare a mortarului, pe suprafaţa de 16 cm^2. Ea se va mări încet, cu o viteză medie de o,5 kgf/cm^2 pe secundă pentru mortarele de var şi cu circa 5 kgf/cm^2 pe secundă pentru toate celelalte tipuri de mortare.

$$\sigma_c = \frac{G}{S} = \frac{G}{16} \text{ kgf/cm}^2$$

în care:

G - forţa maximă de rupere, în kgf.

S - aria secţiunii solicitate a prismei, în cm^2

Rezultatul este media aritmetică a celor 6 rezultate parţiale obţinute.

Marca mortarului.

Prin marca mortarului se înţelege rezistenţa minimă de rupere la compresiune la 28 zile de la turnare, exprimată în kgf/cm^2.

Prin marca mortarelor de var se înţelege rezistenţa minimă de rupere la compresiune, obţinută însă la 9o zile de la turnare.

Observaţie. La mortarele de var rezistenţa la compresiune la 28 zile reprezintă aproximativ 5o % din marca mortarului.

Alegerea mortarului în funcţie de domeniul de utilizare.

Mortarele de zidărie.

Alegerea categoriei de mortar se face de proiectantul lucrării, ţinîndu-se seama de solicitările la care sînt supuse părţile de construcţii respective, de grosimea zidăriei, de umiditatea mediului exterior sau interior, de vîrsta la care urmează a fi supuse la diferite solicitări etc.

In funcţie de aceste elemente se stabilesc: liantul, plastifiantul, mărimea şi natura agregatului, consistenţa precum şi mărcile mortarului.

Mărcile minime ale mortarelor sînt cele prevăzute în tabelele nr. 79, 8o, 91, 82, 83, 84 şi 85.

Tabelul 79

Mărci minime admise la zidării portante

Felul zidăriei	Categoria mortarului	Marca minimă a mortarelor	Observaţii
1	2	3	4
Din cărămidă, din argilă arsă, plină în grosimea de 24 cm şi peste 24 cm.	Var Var-ciment Ciment-var Ciment-argilă	4 lo 25 25	Utilizarea mortarelor de var de marca 4 nu se admite la ziduri cu înălţimea totală mai mare de 9 m.
Din cărămidă de argilă arsă, plină, cu grosimea de 24 cm şi peste 24 cm.	Var-ciment ciment-var ciment-argilă	lo 25 25	
Din cărămidă silico-calcară plină, cu grosime de 24 şi peste 24 cm.	ciment-var	25	

(continuare la tabelul 79)

1	2	3	4
Din blocuri de beton greu sau de piatră	ciment-var ciment-argilă	5o 5o	
Din blocuri de beton cu greutate mijlocie sau de beton uşor cu agregate minerale sau artificiale,fără goluri	var-ciment ciment-var	1o 25	
Din blocuri de beton cu greutate mijlocie sau de beton uşor cu agregate minerale sau artificiale,cu goluri	ciment-var	25	
Din blocuri de beton celular	ciment-var	25	
Din blocuri de beton pe bază de ipsos	ipsos-var	1o	
Complexă armată sau cu goluri	ciment-var ciment-argilă ciment	25 25	

Tabelul 8o

Mărci minime admise la elemente de zidărie portantă

Elemente de zidărie	Categoria mortarului	Marca minimă a mortarelor	Observaţii
Buiandrugi din zidărie de cărămidă	Ciment-var Ciment-argilă Ciment	25 25 1oo	In funcţie de deschidere, conf.STAS 76o-54.
Stîlpi, bolţi de clădiri de locuit	Ciment-var	25	
Bolţi sub planşee carosabile la subsoluri clădiri industriale.	Ciment-var Ciment	5o 1oo	

Tabelul 81

Mediul în care se află zidăriile	Categoria mortarului	Marca minimă a mortarului
In pămînt uscat	Var - ciment	10
	Ciment-var	25
	Ciment-argilă	25
In pămînt umed	Ciment-var	25
	Ciment-argilă	25
	Tras-var	25
In pămînt saturat cu apă	Ciment-var	50
	Ciment	100
	Tras-var	50

Tabelul 82

Mărci minime admise la zidării neportante

Diferite zidării	Categoria mortarului	Marca minimă a mortarului	Observaţii
Zidărie de cărămidă din argilă arsă plină sau cu goluri, sau din cărămizi silico-calcare; -cu grosimea pînă la 10 cm.	ciment-var	50	
- cu grosimea de 10 cm pînă la 24 cm.	ciment-var	25	
Zidărie de cărămidă din argilă arsă plină sau cu goluri, din blocuri de beton uşor cu agregate naturale sau artificiale sau de beton celular cu grosime de 24 şi peste 24 cm	var	4	
	var-ciment	10	
	ciment-var	25	
Zidărie din elemente de beton cu agregate vegetale.	ciment-var	25	
Zidărie din elemente prefabricate pe bază de ipsos	ipsos-var	25	Numai în mediu cu umiditatea sub 60 %

Tabelul 83

Mărci minime admise pentru diverse elemente de zidărie neportantă.

Elemente de zidărie	Categoria mortarului	Marca minimă a mortarului	Observaţii
Coşuri deasupra planşeelor podurilor	ciment-var ciment-argilă	5o 5o	
Coşuri independente -coşuri calde	var-ciment ciment-argilă	1o 25	Se recomandă folosirea cimenturilor M4oo sau F3oo
-coşuri reci	ciment-var ciment	25 1oo	
Cornişe, frontoane, solbancuri, brîie	ciment-var ciment	5o 1oo	

Mărcile minime ale mortarelor prevăzute în tabelele nr. 79, 8o, 81, 82 şi 84 pot avea valori superioare, potrivit prevederilor din prescripţiile tehnice specifice unor anumite construcţii, condiţiilor în care se execută construcţiile(seismicitate, grad de impermeabilitate etc.), materialelor etc.

Mortarele de tencuială se aleg de către proiectantul lucrării, ţinîndu-se seama de felul lucrării, umiditatea mediului interior sau exterior, de materialul pe care se aplică, de categoria mortarelor, recomandîndu-se cele menţionate de STAS 1o3o-55 şi care sînt indicate în tabelele 84 şi 85.

Tabelul 84.

Tencuieli exterioare

Felul lucrării	Elementul pe care se aplică	Categoria şi marca mortarului					
		Spriţ		Grund		Strat vizibil	
1	2	3		4		5	
Tencuieli poroase	Zidărie din cărămidă arsă, silico-calcară, sau blocuri pe bază de ciment	var-ciment ciment-var ciment-argilă	25 5o 25 5o	var var-ciment	4 1o var-ciment	25	var 4 var-ciment 1o var-ciment 25

(continuare la tabelul 84)

1	2	3	4	5
Tencuieli poroase	Calcare	-	var-ciment 25 ciment-var 5o ciment-argilă 5o	
	Coşuri din cărămidă	-	ciment-var 5o var-ciment 25	
	Zidărie sau elemente de beton	ciment-var 5o ciment loo	var-ciment 5o	
	Plăci uşoare	var-ciment 25 ciment-var 5o	var 4 var-ciment lo 25 ciment-var 5o	
Tencuieli etanşe		ciment loo	ciment loo	
Tencuieli rezistente (socluri;brîie,sol-bancuri).		ciment loo	ciment-var 5o ciment loo	

Tabelul 85

Tencuieli interioare pentru pereţi şi tavane

Felul lucrării	Elementul pe care se aplică	Categoria şi marca mortarului Spriţ	Grund	Strat vizibil
1	2	3	4	5
Tencuieli pe pereţi, în încăperi cu umiditate obişnuită (sub 6o %)	Zidărie din cărămidă arsă plină sau cu goluri verticale sau cărămidă silico-calcară	Var-ciment x) 25 Ciment-var 5o Ipsos-var 5o	Var 4 Var-ciment lo Ipsos-var 25 Ipsos 5o	Var 4 Var-ciment lo
	Zidărie din blocuri pe bază de ciment	Aceleaşi categorii de mortare de mai sus cu excepţia mortarelor de ipsos		
	Zidărie de beton	Ciment x) loo	Var 4 Var-ciment lo 25	Var 4 Var-ipsos 4

(continuare la tabelul 85)

	Zidărie din plăci uşoare	Var-ciment 25	Var 4 Var-ciment 1o	Var 4 Var-ciment 1o
		Ipsos-var 25 Ipsos 25	Ipsos-var 1o Ipsos 1o	Ipsos-var 1o
	Suprafeţe din elemente de ipsos	Ipsos-var 5o Ipsos 5o	Ipsos-var 25 Ipsos 25	
	Suprafeţe prevăzute cu plasă de sîrmă (rabiţ)	-	Ciment-var 5o eventual cu adaos de fibre	Var 4 Var-ciment 25
		-	Ipsos-var 5o eventual cu adaos de fibre	Ipsos-var 25 Ipsos- 25
	Suprafeţe din stufit	-	Ipsos-var 5o Ipsos 5o	Ipsos-var 25 Ipsos 5o
Tencuieli pe tavane, în încăperi cu umiditate obişnuită (sub 6o %)	Tavane rigide monolite sau prefabricate din blocuri ceramice sau plăci uşoare	Ciment-varx) 5o Ciment 1oo	Var-ciment 25	Var-ciment 1o Var-ipsos 4
	Tavane cu plasă din sîrmă(rabiţ)	-	Ciment-var 5o Ipsos-var 5o eventual cu adaos de fibre	Var 4 Var-ciment 1o Var-ipsos 4
	Tavane din şipci cu trestie, pe grinzi de lemn	-	Var-ipsos 4 Ipsos-var 25	Var-ipsos 4 Ipsos-var 25
	Tavane din materiale pe bază de ipsos	Ipsos 2,5o Ipsos-var 5,5o		
Tencuieli pe pereţi şi tavane, în încăperi cu umiditate mare (peste 6o %)		Aceleaşi grupe de mortare ca şi pentru încăperile cu umiditate obişnuită, cu excepţia mortarelor de ipsos		
Tencuieli pe pereţi interiori, rezistente la lovituri		Ciment-var 5o Ciment 1oo		

Observaţii:

x)
- Stratul de şpriţ se aplică numai la ziduri din elemente cu absorbţie mică de apă şi cu asprimea redusă a suprafeţei şi la zidurile sau tavanel. din beton greu sau de greutate mijlocie.
- Se va păstra regula ca grundul să fie cel puţin tot atît de rezistent ca şi stratul vizibil.
- Pentru gleturi sau profile se foloseşte pasta de ipsos - var, sau pasta de var simplu.

BIBLIOGRAFIE

1. Prof. dr. ALEX.STEOPOE - Materiale de construcţii, Bucureşti 1964.
2. B.G.SKRAMTAEV - Materiale de Construcţii. Traducere din l.rusă.
3. M.DURIEZ et J.ARRAMBIDE - Nouveau Traité de Matériaux de Construction, tôme 1.
4. C.S.C.A.S. - Buletinul comitetului de stat pentru construcţii, arhitectură şi sistematizare.
5. STAS 5582-57 - Lucrări de zidărie şi tencuială. Mortare pe bază de pămînturi argiloase.
6. STAS 1o3o-55 - Lucrări de zidărie şi tencuială. Mortare obişnuite pe bază de var, ciment sau ipsos.
7. STAS 2634 - 6o - Mortare de zidărie şi tencuială. Determinarea consistenţei, a tendinţei de segregare şi a densităţii aparente.

Scanned with OKEN Scanner

Capitolul VIII

BETONUL

A. GENERALITĂŢI.

Betonul este un material alcătuit în general, dintr-un amestec de piatră spartă sau pietriş, nisip, un liant şi apă, care prin întărire se transformă într-un conglomerat artificial rezistent. In betoanele de construcţie, liantul cel mai des întrebuinţat este cimentul, care dă betoane rezistente. In anumite betoane speciale se mai întrebuinţează ca lianţi asfaltul, argila (la construcţia drumurilor de pămînt) bitumul (la construcţia drumurilor cu îmbrăcăminte cilindrată), varul hidraulic sau un amestec de var şi tras şi var (pentru construcţiile sub apă). In general, cînd nu se precizează natura liantului, termenul se referă la betonul de ciment. Betoanele de ciment sînt întrebuinţate pentru turnarea elementelor de construcţie de beton simplu, de beton armat sau de beton pretensionat.

Clasificarea betoanelor de ciment (conform STAS 3622-61)

Betoanele de ciment se pot clasifica după caracteristicile fizico-mecanice:

- după consistenţa pe care o au la turnare;
  - vîrtoase;
  - plastice;
  - fluide.

- după densitatea aparentă;
  - betoane foarte grele..... $\rho_a > 2500$ kg/m^3
  - betoane grele..... $\rho_a = 2201 - 2500$ kg/m^3
  - betoane semigrele..... $\rho_a = 1701 - 2200$ kg/m^3
  - betoane uşoare..... $\rho_a = 1000 - 1700$ kg/m^3
  - betoane foarte uşoare .... $\rho_a < 1000$ kg/m^3

- după vîrstă:
  - proaspete;
  - în curs de întărire;
  - întărite.

- după marcă (rezistenţa minimă la compresiune, obţinută pe cuburi cu latura de 20 cm la 28 zile de la turnare) betoanele se clasifică în următoarele mărci: B_{15}; B_{25}; B_{35}; B_{50}; B_{75}; B_{100}; B_{150}; B_{200}; B_{250}; B_{300}; B_{400}; B_{500}; B_{600}; B_{700}; B_{800}.

- după compactitate:
  - betoane compacte.....porozitatea n = 5..... 7% sub formă de macropori şi capilare uniform distribuite;
  - semicompacte.....n = 7.....20 % realizate cu agregate lipsite parţial de parte fină;
  - macroporoase..... n = 20...40% realizate cu agregate lipsite complet de partea fină;
  - celulare..... n pînă la 75 %, cu goluri sub formă de celule sferice uniform distribuite, realizate prin diferite procedee.

- după permeabilitate (proprietatea betoanelor de a opune rezistenţă la pătrunderea apei în masa lor la o anumită presiune) betoanele se clasifică în următoarele mărci: P_2; P_4; P_8; P_{12}. Indicii reprezintă presiunea maximă a apei la care nu se observă trecerea prin epruvetă (STAS 3519 - 52).

- după rezistenţa la întindere din încovoiere (capacitatea betonului de a prelua eforturi de întindere provenite dintr-o solicitare complexă; determinarea se face pe grinzi de lo x lo x 55 cm), betoanele se clasifică în următoarele mărci: I_{20}; I_{25}; I_{35}; I_{40}; I_{50}; I_{60}; I_{70}.

Indicele reprezintă rezistenţa minimă la întindere din încovoiere după 28 zile de la confecţionarea epruvetelor, în kgf/cm^2.

- după rezistenţa la îngheţ-dezgheţ, în funcţie de gradul de gelivitate a betonului întărit, betoanele se clasifică în: G_{15}; G_{25}; G_{50}; G_{100}.

Betoanele de ciment se mai pot clasifica şi după domeniul de utilizare:

- după natura construcţiei:
  - betoane pentru construcţii civile, industriale, agrozootehnice;
  - betoane pentru construcţii hidrotehnice;
  - betoane pentru construcţii de drumuri;
  - betoane pentru construcţii speciale (rezistenţe la temperaturi ridicate, acţiune agresivă etc.);
- după solicitarea la care se supun:
  - betoane de rezistenţă;
  - betoane de uzură;
  - betoane de umplutură.

Clasificarea betoanelor de ciment după modul de realizare şi preparare:

- după condiţiile de preparare:
  - betoane preparate manual;
  - betoane preparate mecanic pe şantier;
  - betoane preparate mecanic în fabrică.
- după realizare:
  - turnat monolit, direct în operă;
  - în elemente prefabricate pe şantier;
  - în elemente prefabricate în fabrici.

Scanned with OKEN Scanner

- după armare:
  - beton simplu (fără armătură sau cu armătură de siguranţă);
  - beton armat;
  - beton precomprimat.

Clasificarea betoanelor de ciment după modul de punere în operă:

- după procedeul de turnare:
  - betoane turnate obişnuit;
  - betoane pompate;
  - betoane injectate.
- după modul de compactare:
  - betoane necompactate (neîndesate);
  - betoane îndesate manual (cu şipci, cu maiul,prin ciocănirea cofrajelor);
  - betoane îndesate cu maiuri mecanice;
  - betoane presate;
  - betoane vibrate;
  - betoane torcretate;
  - betoane vacuumate;
  - beteane centrifugate;
  - betoane vibropresate;
  - betoane vibrovacuumate.
- după modul de întărire:
  - betoane întărite în condiţii normale;
  - betoane aburite;
  - betoane autoclavizate.

- Beton armat - este un beton de ciment, care cuprinde în masa lui o serie de bare de oţel, rotunde sau profilate,care îi dau rezistenţă la tensiune şi la încovoiere; betonul simplu (nearmat) are rezistenţă mare numai la compresiune şi, în general, în calcul se consideră că nu rezistă la întindere.

- Betonul asfaltic - este o îmbrăcăminte rutieră închisă, executată la cald din criblură fină, nisip şi filer, aglomerate cu bitum. Stratul de beton asfaltic, de circa 2,5 cm,

Scanned with OKEN Scanner

are golurile aproape complet umplute şi se toarnă pe un strat de legătură cu fundaţia, binderul. Imbrăcămintea de beton asfaltic are rezistenţă mare şi se execută pe drumuri cu trafic intens.

- Betonul centrifugat - este un beton pus în lucrare prin centrifugare, cu ajutorul unei maşini speciale, astfel încît betonul este mai compact. Prin centrifugare se pot confecţiona numai piese de obicei cilindrice (tuburi, piloţi).

- Beton ciclopean - este un beton simplu, în masa căruia au fost înglobaţi la turnare, bolovani de piatră naturală sau blocuri din demolarea unor fundaţii sau în ziduri în elevaţie, pentru a face economie de beton, deci de ciment.

- Beton cu agregate organice - este un beton uşor, la prepararea căruia se întrebuinţează ca agregate materiale organice (talaş, paie tocate, rumeguş de lemn), mineralizate în prealabil (prin înmuiere în lapte de var, în silicat de sodiu, în emulsie de bitum etc.).

Densitatea aparentă a lui variază, după gradul de îndesare, între 500 şi 1500 kg/m^3, obţinîndu-se o rezistenţă la compresiune pînă la 250 kgf/cm^2.

Beton cu agregate uşoare - este un beton uşor, la prepararea căruia se întrebuinţează ca agregate piatra ponce, tuf vulcanic, diatomit, zgură de furnal granulată, cheramzit, gravelit, termozit etc. Densitatea aparentă a acestui beton variază între 600 şi 1600 kg/m^3, iar coeficientul de conductibilitate termică între 0,14 şi 0,38 kcal/mh^oC.

- Beton înspumat - este un beton spongios, preparat numai din mortar de ciment sau şi cu agregat fin, în care a fost introdus un agent producător de spumă (saponine sau amestec de clei cu colofoniu). Acest beton spongios are pori închişi; de obicei se autoclavizează. Are densitatea aparentă de 400.... ....1000 kg/m^3 şi rezistenţa la compresiune de 20....100 kgf/cm^2.

- Beton monogranular - este un beton uşor, preparat cu agregate obişnuite (pietriş de rîu sau concasat) sau cu sfărîmături de cărămidă monogranulare astfel încît în beton rămîn

goluri libere între granulele de agregat. Densitatea aparentă variază între 1200 kg/m^3 la betoanele cu agregate ceramice şi 1800 kg/m^3 la cele cu agregate grele.

-Beton precomprimat (pretensionat) - este un beton armat în care se obţin compresiuni artificiale în beton, înainte de aplicarea sarcinilor exterioare, în general prin întinderea prealabilă sau ulterioară a armaturii, astfel încît betonul poate prelua în exploatare şi solicitări de întindere.Prin aceasta, betonul armat pretensionat rezistă la solicitări de întindere mai mari decît betonul armat obişnuit.

- Betonul refractar - este un beton la prepararea căruia se întrebuinţează ca agregate zgura de furnal granulată,cenuşă de huilă, sfărîmături de material refractar etc., astfel încît rezistă mult timp la temperaturi înalte.

- Beton simplu - este un beton de ciment cu agregate obişnuite, nearmat.

- Beton spongios - este un beton uşor, cu goluri în masa lui. Betoanele spongioase sînt betoanele înspumate şi gazbetoanele.

- Beton torcretat - este un beton de ciment pus în operă prin prepararea lui sub presiune, cu ajutorul unei instalaţii de torcretate. Torcretatea este folosită pentru obţinerea de pereţi de rezistenţă subţiri (învelitori autoportante, plăci autoportante prefabricate, rezervoare, tuburi etc.), pentru realizarea de straturi impermeabile la suprafaţa unui element de beton obişnuit, pentru refacerea elementelor de beton deteriorate, pentru corectarea unor defecte de turnare la elemente de beton etc.

Betonul torcretat are rezistenţă şi compactitate, deci şi impermeabilitate, mult mai mare decît betonul vibrat.

- Beton uşor - este un beton cu densitatea aparentă pînă la circa 1600 kg/m^3, care are faţă de betonul obişnuit avantajul de a fi mai uşor şi de a fi un mult mai bun izolant termic şi acustic.

După natura materialelor din care este preparat şi după modul de preparare se deosebesc patru categorii de betoane uşoare:

Scanned with OKEN Scanner

- betoane cu agregate uşoare;
- betoane monogranulare;
- betoane spongioase;
- betoane cu agregate organice.

- Beton vacuumat - este un beton căruia i se extrage imediat după turnare o mare parte din apă (prin vacuumare) pentru a i se accelera întărirea (permite decofrări parţiale şi totale mai rapide) şi a-i îmbunătăţi structura (îi măreşte rezistenţa la compresiune cu cca 8o % în primele zile de la turnare şi cu cca 2o % la sfîrşitul perioadei de întărire). Prin folosirea vacuumării se realizează economie de ciment şi pot fi întrebuinţate betoane fluide, uşor lucrabile.

- Beton vibrat - este un beton de ciment care prin vibrare capătă o îndesare mai bună şi deci o rezistenţă mai mare. Vibrarea se face cu ajutorul vibratoarelor.

B. MATERIALELE COMPONENTE ALE BETONULUI.

Deoarece betonul se prepară din mai mulţi componenţi, calitatea lui se asigură prin calităţile fiecăruia dintre componenţii lui: ciment, apă de amestecare şi agregate; pentru aceasta este necesar ca materialele din care se prepară să corespundă prescripţiilor generale arătate anterior (referat "Cimentul" pag. 1oo şi referat "Agregate" pag. 221).

Calităţile principale ce se urmăresc la un beton sînt rezistenţa şi compactitatea. Pentru aceasta este necesară o justă alegere a materialelor componente, o dozare corectă a lor şi o prelucrare îngrijită. La alegerea dozajului trebuie să se ţină seama neapărat de calităţile cerute betonului.

Cimentul.

Problema principală este de a utiliza dozajul minim de ciment care să asigure proprietăţile cerute betonului.

Betonul va avea o rezistenţă cu atît mai ridicată cu cît marca cimentului întrebuinţat este mai mare. De aceea, una dintre condiţiile esenţiale pentru obţinerea unui beton de

calitate, raţional alcătuit şi cît mai economic, este pentru betoanele de marcă ≤ B 250:

$$2\,Rb \leq Rc \leq 3\,Rb \qquad (1)$$

adică marca cimentului (Rc) trebuie să fie de două ori pînă la trei ori mai mare decît marca betonului.

Pentru betoanele de marcă superioară (≥ B250) se recomandă un ciment a cărui marcă să fie de aproximativ 1,5 ori mai mare decît marca betonului:

$$Rc > 1{,}5 \cdot Rb \qquad (2)$$

Dacă marca cimentului este mai mică, adică Rc < 2Rb pentru betoane obişnuite, consumul de ciment va fi prea mare, ceea ce ar fi desigur neeconomic.

Mărirea dozajului în ciment are ca urmare o îmbunătăţire a lucrabilităţii, o mărire a impermeabilităţii şi a rezistenţei la îngheţ-dezgheţ repetat, dar în acelaşi timp măreşte contracţia la uscare şi deci pericolul de fisurare.

Apa de amestecare (STAS 790-60 şi STAS 1342-62). In beton, apa de amestecare îndeplineşte două roluri:

1 - ia parte la reacţia de hidratare a cimentului în urma căreia se produce întărirea hidraulică,

2 - influenţează consistenţa betonului proaspăt, făcîndu-l mai fluid sau mai vîrtos, după cum excesul de apă peste cantitatea necesară hidratării cimentului, este mai mare sau mai mic.

Se indică a fi folosită apa potabilă, apa din rîuri, lacuri, puţuri, izvoare, apa de mare, apa minerală. Apa de mare şi apa minerală nu se vor folosi la prepararea betoanelor cu ciment aluminos, la stropirea directă a betoanelor la lucrările de finisare (tencuieli etc.)la care sărurile conţinute de apă pot da eflorescenţe.

Apa potabilă trebuie să îndeplinească condiţiile din STAS 1342-62.

Apa nepotabilă trebuie să fie limpede şi fără miros, să aibă reacţie slab alcalină (max. pH = 10) sau slab acidă. (min. pH = 4). Apa nu trebuie să conţină resturi organice zaharoase care opresc priza cimentului şi nici resturi acide care provoacă expansiunea cimentului.

Pentru hidratare, un ciment are nevoie de cel mult 25 % apă din greutatea sa, în timp ce în betoanele obişnuite cele mai sărace în apă, aceasta se găseşte în proporţie de 35 % faţă de ciment; deci totdeauna cantitatea de apă de amestecare depăşeşte cantitatea de apă necesară hidratării cimentului. Acest exces de apă se pierde cu timpul prin evaporare, lăsînd în urma sa pori şi canale capilare.

Influenţa cantităţii de apă de amestecare asupra consistenţei şi lucrabilităţii betonului este foarte importantă. Dacă apa este în cantitate prea mare, se produce o separare a ei sau o segregare a granulelor mari din agregate. Dacă este în cantitate prea mică, betonul proaspăt va fi prea vîrtos, rigid; la îndesare cu mijloace obişnuite va da o masă de goluri, iar la îndesare cu mijloace energice va da un randament scăzut. Rezultă din aceasta că, în toate cazurile, cantitatea de apă trebuie să varieze între anumite limite pentru obţinerea consistenţei dorite a betonului, fără a dăuna lucrabilităţii. Acest lucru se exprimă prin raportul apă-ciment, notat a/c care este raportul în greutate dintre cantitatea de apă şi cantitatea de ciment din beton. Cu cît dozajul de ciment creşte cu atît raportul a/c scade şi viceversa.

Rezistenţele mecanice ale betoanelor scad o dată cu creşterea raportului a/c; aceasta datorită faptului că excesul de apă evaporîndu-se din beton, lasă în masa acestuia pori de acelaşi volum cu acela al apei evaporate; ori, cu cît structura betonului este mai poroasă cu atît scad rezistenţele mecanice.

Deci, asupra rezistenţelor betonului acţionează cimentul prin cantitatea şi calitatea sa şi apa de amestecare prin cantitatea sa.

Scanned with OKEN Scanner

Acest lucru se arată în relaţia Bolomey-Skramtaev, (pentru a avea o proporţionalitate directă directă, s-au luat inversul raportului a/c, adică c/a:

$$Rb = kRc \cdot \left(\frac{c}{a} - 0{,}5 \right) \qquad (3)$$

în care:

Rb - marca betonului, în kgf/cm^2

Rc - marca cimentului, în kgf/cm^2

c - dozajul în ciment, în kg/m^3

a - cantitatea de apă de amestecare, în l/m^3

k - coeficient care este 0,50 pentru agregate de carieră şi 0,55 pentru agregate de concasare.

Această relaţie este valabilă pentru betoane plastice, lucrabile, complet îndesate, pentru valori ale lui $\frac{c}{a}$ mai mari de 0,8 ($a/c < 1{,}25$).

Pentru betoanele vibrate, relaţia lui Skramtaev este:

$$Rb = \alpha\, kRc \left(\frac{c}{a} - 0{,}5 \right) \qquad (4)$$

în care:

α - este un coeficient care depinde de eficacitatea vibrării, cuprins între 1 (pentru vibrare slabă) şi 1,1 (pentru vibrare puternică).

Se urmăreşte obţinerea lucrabilităţii dorite a betonului cu un raport a/c cît mai redus posibil, lucru realizabil prin:

- întrebuinţarea unor agregate cu granulozitatea bună;
- folosirea betoanelor umede (cu conţinut de apă relativ redus) în locul betoanelor plastice şi punerea în lucru prin vibrare;
- compactarea betonului după punerea în lucru;
- mărirea dozajului de ciment, păstrînd factorul a/c constant (metodă neeconomică);
- folosirea adausurilor tensioactive.

Reducerea raportului a/c aduce măţirea rezistenţelor mecanice după cum se vede din tabelul nr. 86.

Tabelul 86

Nr. crt.	Dozaj kg/m^3 ciment	Raport a/c	Rez. betonului kgf/cm^2
1	350	0,70	154
2	250	0,73	151
3	300	0,63	218
4	200	0,62	221

Se observă că betoanele din grupele 3-4 deşi au dozaje mai mari decît cele din grupele 1-2, au rezistenţe mai mari decît acestea, datorită raportului a/c mai redus.

Imbunătăţirea granulozităţii agregatelor, este metoda principală de micşorare a raportului a/c (folosirea agregatelor din zona bună). In special trebuie evitat conţinutul mare de părţi fine din agregat, deoarece acestea cer mai multă apă pentru umezire, fapt care măreşte raportul a/c. Natura mineralogică a agregatului şi mai ales felul suprafeţei acestora influenţează asupra factorului a/c (agregatele conçasate fiind mai rugoase necesită o cantitate de apă mai mare). Forma granulelor influenţează raportul a/c; în cazul cînd sînt plate sau ascuţite, necesarul de apă de amestecare se măreşte, ceea ce atrage micşorarea compactităţii betonului şi a rezistenţei.

Folosirea betoanelor umede (vîrtoase) în locul betoanelor plastice reduce apreciabil raportul a/c. Posibilitatea măririi consistenţei betonului este legată de utilizarea unor mijloace de compactare care trebuie să fie cu atît mai puternice, cu cît consistenţa betonului e mai vîrtoasă. Mijlocul de compactare cel mai recomandat pentru prelucrarea betoanelor vîrtoase este vibrarea, care influenţează asupra rezistenţelor mecanice ale betonului după cum se vede din tabelul nr. 87.

Tabelul 87

Dozaj de ciment kg/m^3	Consistenţa betonului	Mod de execuţie	Raport a/c	Rezistenţa betonului kgf/cm^2
2oo	plastică	turnat	o,95	11o
	umedă	vibrat	o,12	2o6
15o	plastică	turnat	1,2o	95
	umedă	vibrat	o,81	15o

Compactarea betonului după punerea în lucru, influenţează pozitiv rezistenţa betonului şi stabilitatea lui faţă de acţiunile atmosferice şi chimice agresive.

Compactitatea betonului depinde de raportul a/c, de gradul de umplere cu pastă de ciment a golurilor dintre agregate precum şi de compactizarea cît mai bună a amestecului de beton la turnare.

Mărirea dozajului de ciment, cantitatea de apă rămînînd aceeaşi, este o metodă neeconomică şi provoacă betonului întărit două defecte principale: mărirea contracţiei la uscare şi agravarea curgerii lente.

Folosirea adausurilor tensioactive (dispersanţi, antrenori de aer sau combinate). Adausurile tensioactive se introduc fie dizolvate în apa de amestecare, fie o dată cu cimentul în amestecul de componenţi ai betonului.

Dozajul de aditivi se exprimă în g/kg ciment sau în procente din dozajul de ciment, în limitele cuprinse între o,ol% şi o,2 %.

Aditivii, în special cei dispersanţi, se utilizează mai ales pentru a se mări lucrabilitatea betonului sau pentru a se reduce raportul a/c cu păstrarea aceleaşi lucrabilităţi. Acţiunea adausurilor este atribuită reducerii tensiunilor superficiale dintre apă şi ciment, precum şi dintre apă şi agregat care creează condiţii pentru îmmuierea cimentului, mărind fluiditatea pastei (molecula de plastifiant conţine o grupă hidrofilă şi un reziduu hidrofob. Hidrofobia este proprie

tuturor hidrocarburilor iar hidrofilia se datorește prezenței radicalilor - COOH; - SO_4; - SO_3; precum și aglomerării unor reziduuri semihidrofile ca: - CH_2 - CH_2 - O - CH_2 - CH_2 sau radicali care conțin azot: - NH_2; - NH - COOH etc.

Exemple de aditivi dispersanți sînt: rășini naturale, grăsimi, compuși sulfonați, uleiuri etc.

Atît compactitatea cît și lucrabilitatea betonului sînt determinate în cea mai mare măsură de mărimea maximă a granulelor de agregat și de raportul în care se găsesc diversele mărimi de granule, adică de granulozitatea agregatului.

Betoanele cu agregate cu granulozitate discontinuă sînt greu lucrabile și nu se îndeasă ușor în tipare prin metodele obișnuite ci numai prin introducerea metodei de compactizare prin vibrare.

Consistența betonului este influențată în cea mai mare măsură de granulozitatea agregatelor. Astfel, pentru același dozaj și raport a/c, consistența betoanelor este cu atît mai vîrtoasă cu cît cantitatea de nisip și mai ales de granule fine din agregate este mai mare. Explicația este următoarea: cu cît granulele agregatului sînt mai fine, suprafața lor totală este mai mare; pentru obținerea unei consistențe date trebuie luată o anumită cantitate de apă de amestecare care, răspîndindu-se pe suprafața granulelor, le permite acestora să se deplaseze unele față de altele. Dacă se consideră constantă grosimea peliculei de apă din jurul granulelor, cu cît suprafața acestora va fi mai întinsă cu atît cantitatea de apă pentru învelirea granulelor va fi mai mare; deci, pentru aceeași cantitate de apă, agregatele cu multe granule fine vor căpăta o mobilitate mai mică.

Cu cît agregatele conțin mai multe părți fine, cu atît mai mare va fi cantitatea de apă necesară pentru obținerea unei anumite mobilități, adică a unei anumite consistențe.

Consistența betoanelor mai depinde și de dozajul de ciment, de natura acestuia precum și de natura și forma agregatelor.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru a fi lucrabil, un beton mai trebuie să îndeplinească o serie de condiţii. Influenţa granulozităţii agregatului asupra lucrabilităţii betonului se mai exercită şi sub alte aspecte: tendinţa de segregare a betonului creşte o dată cu creşterea dimensiunilor celor mai mari granule din agregat şi cu mărirea procentului lor în agregat. Pericolul de producere a segregării creşte de asemenea cu mărirea peste o anumită limită a cantităţii de apă de amestecare, aşa încît combinarea acestor acţiuni trebuie evitată.

Separarea apei este un alt aspect al proastei lucrabilităţi; ea se va produce mai ales cînd cantitatea de părţi fine şi de ciment din beton este prea mică pentru a reţine toată apa de amestecare.

Pentru un anumit scop trebuie să se realizeze o granulozitate a agregatului care să aibă părţile fine necesare unei bune lucrabilităţi.

Mărirea procentului de părţi fine, duce la micşorarea consistenţei, pe cînd micşorarea lui poate provoca o segregare sau o separare a apei. O curbă de granulozitate bună pentru un beton vibrat nu poate corespunde în cazul confecţionării unui beton fluid, deoarece şi condiţiile de punere în lucrare sînt diferite.

Marca betoanelor creşte o dată cu creşterea dozajului; în acelaşi timp rezistenţele scad sensibil, o dată cu creşterea conţinutului de nisip din agregate.

Pentru a utiliza cu economie cimentul se recomandă numai curbele de granulozitate din domeniul "bun", şi numai în cazuri speciale cele din domeniul "utilizabil", cînd necesitatea o impune. Utilizînd o curbă de granulozitate "bună" (între D şi E) se poate realiza o economie de ciment de 17-27 % ceea ce este foarte important.

Rezistenţa la tracţiune din încovoiere şi rezistenţa la uzură sînt influenţate în acelaşi mod de granulozitatea agregatelor; în plus, rezistenţa la uzură depinde într-o mare măsură de rezistenţa la uzură a agregatelor. Deci pentru o rezistenţă la uzură ridicată, cum se cere în cazul pavajelor de

beton, se va da o deosebită atenţie granulozităţii agregatelor precum şi faptului ca acestea să aibă ele însile rezistenţă la uzură mare.

Gradul de impermeabilitate a betonului depinde de granulozitatea agregatelor, în măsura în care acestea realizează compactitatea maximă cu minimum de apă de amestecare.

In general, agregatele nisipoase cu procent ridicat de părţi fine necesitînd o cantitate mare de apă de amestecare, nu trebuie întrebuinţate, deoarece nu asigură gradul de impermeabilitate dorit.

Contracţia la uscare a betonului creşte o dată cu conţinutul de nisip din agregate, la o aceeaşi consistenţă, deoarece creşte şi cantitatea de apă de amestecare.

Gelivitatea betonului este influenţată de gradul de compactitate al amestecului de agregate precum şi de porozitatea pietrei din agregate. Pentru o bună rezistenţă la gelivitate se recomandă granulozităţi care să dea amestecuri compacte cu minimum de apă de amestecare şi ca piatra din agregat să aibă cît mai puţini pori.

In concluzie sînt valabile următoarele reguli:

- din cauza variaţiei suprafeţei totale a granulelor de agregat şi a compactităţii amestecului de agregate, granulozitatea agregatelor influenţează cantităţile necesare de ciment şi apă şi prin aceasta rezistenţele mecanice, gradul de impermeabilitate, contracţia la uscare şi gelivitatea betonului;

- pentru scopurile practice, utilizarea unei curbe de granulozitate din interiorul domeniului "bun", duce uşor la betoane lucrabile, cu proprietăţile cerute, economisind în acelaşi timp o cantitate importantă de ciment.

Influenţa adausurilor. In afară de agregate, ciment, apă, în beton mai pot fi introduse diferite substanţe în anumite scopuri. Ele se numesc adausuri (pot fi de natură anorganică sau organică) şi au rolul de a influenţa proprietăţile betonului: - întărirea, lucrabilitatea, structura.

Adausurile pot fi grupate în următoarele clase:

- adausuri active (zgură, tras)
- adausuri inerte (pulbere de piatră, argilă, loess, calcare tari, nisip etc.),
- acceleratori de priză şi întărire ($CaCl_2$)
- plastifianţi (răşini saponificate, cleiuri animale, săruri anorganice)
- antrenori de aer (vinsolul, lignosulfonatul de calciu)
- impermeabilizatori (dispersii bituminoase, dispersii ale săpunurilor metalice insolubile)
- coloranţi.

C. DETERMINAREA COMPOZIŢIEI BETONULUI.

Pentru a determina compoziţia betonului trebuiesc cunoscute:

- marca prescrisă şi în general, proprietăţile cerute betonului;
- condiţiile de punere în lucrare;
- caracteristicile materialelor utilizate la confecţionarea betonului;
- rezultatul încercărilor preliminare.

Se vor examina pe rînd aceste date.

Marca betonului, este prescrisă de proiectant şi depinde de solicitarea la care va fi supus betonul în piesa de construcţie respectivă. Pentru anumite betoane prescrierea numai a mărcii nu este suficientă, în afară de rezistenţa la compresiune fiind necesare o serie de alte proprietăţi care depind de natura şi de condiţiile de funcţionare ale construcţiei. Astfel betonul pentru lucrări masive trebuie să aibă o termicitate redusă; betonul pentru lucrări supuse acţiunii apelor va trebui să aibă un anumit grad de impermeabilitate, iar betonul pentru condiţii climatice aspre va trebui să fie cît mai negeliv. Tot astfel betoanele supuse acţiunilor agresive vor trebui să reziste şi să fie protejate din timp.

Cîteodată se cere betonului un complex de proprietăţi, datorită faptului că intervin concomitent mai mulţi din factorii

arătaţi mai sus. Cu cît se cere betonului mai multe proprietăţi, cu atît problema determinării compoziţiei sale este mai dificilă.

In ceea ce priveşte condiţiile de punere în lucrare intervin:

- caracteristicile piesei care urmează să fie turnată (dimensiunea minimă a piesei şi desimea armăturii în cazul betonului armat);
- modul de îndesare (prin împungere, prin batere, prin vibrare);
- temperatura mediului ambiant în timpul prelucrării betonului.

Caracteristicile materialelor utilizate vor trebui determinate în prealabil (vezi pag. 100 "Ciment" şi pag. 121 referat "Agregate").

De multe ori este necesar să se lucreze, din motive economice, cu agregate locale necorespunzătoare, care vor trebui ameliorate.

Cunoscînd:
- marca betonului,
- condiţiile de punere în lucrare,
- caracteristicile materialelor utilizate,

se poate calcula aproximativ compoziţia betonului, ţinînd seama de relaţiile între proprietăţile betonului şi compoziţia sa.

Determinarea prin calcul a compoziţiei betonului nu este suficientă din cauză că în calcul nu se poate ţine seama de toţi factorii locali care influenţează proprietăţile betonului. De aceea, trebuie făcute totdeauna şi încercări preliminare. Inainte de a se trece la calculul compoziţiei betonului se vor examina metodele pentru:

Determinarea amestecului optim de agregate.

Determinarea amestecului optim al agregatelor urmăreşte tocmai obţinerea granulozităţii celei mai potrivite, care se găseşte de obicei în domeniul "bun". Se va ţine seama de faptul că regiunea cea mai importantă din domeniul "bun" este cea de la 0-3 mm, deci în această regiune trebuie să se încadreze bine curba de granulozitate.

Dacă se pot obţine mai multe amestecuri în domeniul "bun", se va alege dintre ele cel care corespunde mai bine scopului, ţinînd seama de:

- lucrabilitate
- mijloace de îndesare
- rezistenţă etc.

Exemplu 1. Santierul este aprovizionat cu nisip (N) şi pietriş (P) corespunzător din punct de vedere al condiţiilor tehnice şi avînd următoarele granulozităţi, (tabelul nr. 88).

Tabelul 88

Denumirea agregatului	Procente trecînd prin ciururile de: mm					
Nisip (N)	o,2	1	3	7	15	3o
	13	55	8o	1oo	-	-
Pietriş(P)	-	-	-	o	45	1oo

Nisipul este situat în domeniul "Utilizabil" al diagramei din fig. 1o6.

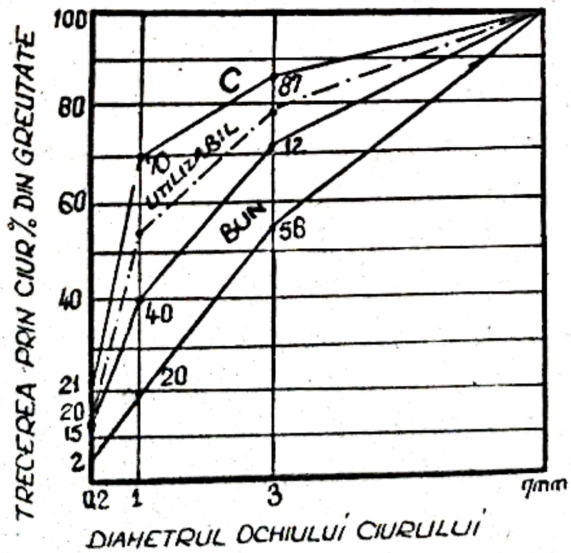


Fig. 1o6

Se cere să se găsească proprietăţile în care trebuiesc combinate aceste agregate pentru a obţine un amestec a cărui granulozitate să fie în domeniul "bun".

Pentru aceasta, se calculează granulozitatea amestecurilor cu 4o, 45 şi 5o % nisip (N), adică combinaţiile:

o,4o N + o,6o P
o,45 N + o,55 P
o,5o N + o,5o P

adunîndu-se trecerile prin ciur ale fiecărui component, înmulţit cu coeficientul respectiv, conform tabelului nr. 89.

Calculul granulozităţii amestecurilor de nisip şi pietriş Tabelul 89.

Denumirea agregatului	Procente trecînd prin ciurul de: mm					
	0,2	1	3	7	15	30
Nisip N	13,0	55,0	80,0	100	100	100
Pietriş P	0	0	0	0	45,0	100
0,40 N	5,2	22,0	32,0	40,0	40,0	40,0
0,60 P		0	0	0	27,0	60,0
0,40 N + 0,60 P	5,2	22,0	32,0	40,0	67,0	100
0,45 N	5,8	24,8	36,0	45,0	45,0	45,0
0,55 P	0	0	0	0	24,8	55,0
0,45 N + 0,55 P	5,8	24,8	36,0	45,0	69,8	100
0,50 N	6,5	27,5	40,0	50,0	50,0	50,0
0,50 P	0	0	0	0	22,5	50,0
0,50 N + 0,50 P	6,5	27,5	40,0	50,0	72,5	100

Se observă că niciunul dintre amestecuri nu se înscrie complet în interiorul domeniului "bun". Cel mai bine se prezintă amestecul (0,40 N + 0,60 P (fig. 107) care nu depăşeşte domeniul "bun" decît cu 2 procente prin ciurul de 1 mm, ceea ce este admisibil.

Celelalte două amestecuri (mai ales 0,50 N + 0,50 P) sînt mai în afara domeniului "bun", în regiunea de la 1-7 mm. Pentru încercări se va alege deci amestecul (0,40 N + 0,60 P).

Exemplu 2. Pentru determinarea compoziţiei amestecului sînt aduse pe şantier balast nisip (A) şi balast pietriş (B), cu următoarele granulozităţi (tabelul nr. 90 şi figura 108).

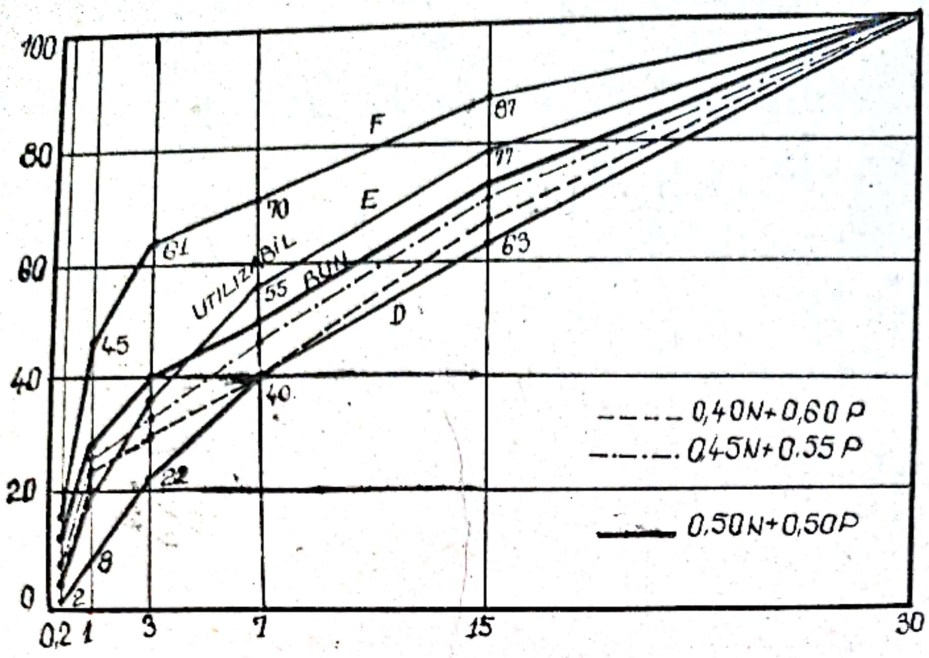


Fig. 1o7.

Tabelul 9o

Denumirea agregatului	Procente trecînd prin ciururile de: mm					
	o,2	1	3	7	15	3o
Balast (A)	16	45	6o	75 A7	9o	96
Balast (B)	1	3	15	31 B7	5o	1oo

Pentru a găsi cantităţile de (A) şi (B) care amestecate să dea o parte amestec (C) şi pentru a reduce numărul de încercări se va presupune că aceste din urmă va avea o bună granulozitate dacă conţine 5o % nisip o-7 mm. Dacă se notează cu:

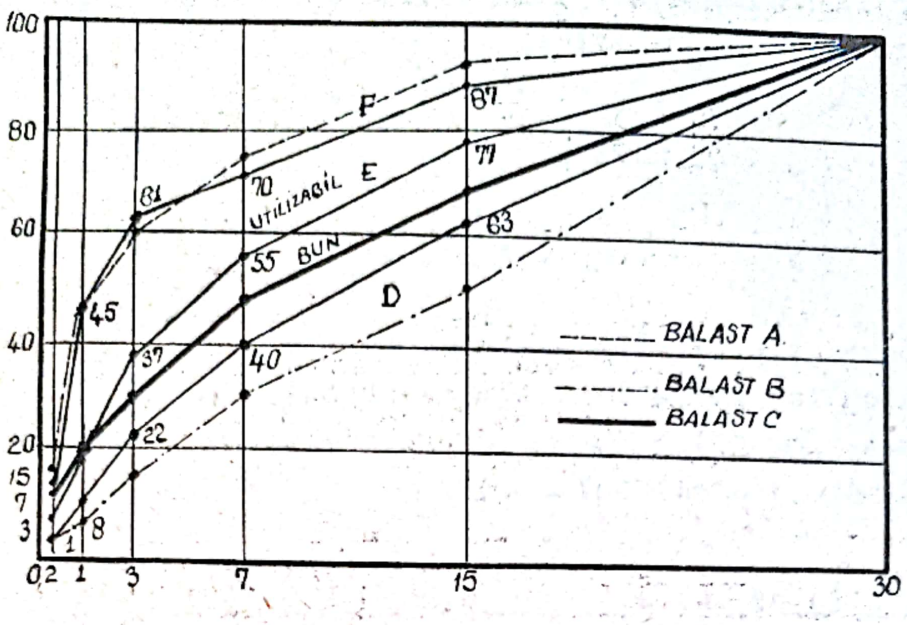


Fig. 1o8.

A_7; B_7; C_7..... procentele de trecere 75 %; 31 % ; 5o % prin ciurul de 7 mm ale balasturilor (A), (B) precum şi al amestecului (C);

x şi y..... cantităţile de (A), respectiv (B), care amestecate să dea o parte amestec (C), se pot scrie următoarele relaţii:

$$\begin{cases} x + y = 1 \\ xA_7 + y.B_7 = C_7 \end{cases} \qquad (5)$$

Prima relaţie exprimă faptul că suma greutăţilor de (A) şi (B) din amestec este egală cu greutatea lui (C).

A doua relaţie arată egalitatea dintre procentul de trecere prin ciurul de 7 mm al amestecului (C), cu suma procentelor trecerilor prin acelaşi ciur al balasturilor (A) şi (B), toate în proporţia de combinare respectivă.

Prin rezolvarea sistemului se obţine:

$$\begin{cases} x = \dfrac{C7 - B7}{A_7 - B_7} \\ y = 1 - x \end{cases} \qquad (6)$$

Aplicînd formula (6) în cazul de mai sus în care s-a considerat C7 = 5o se află:

$$\begin{cases} x = \frac{5o - 31}{75 - 31} = o,43 \\ y = 1 - o,43 = o,57. \end{cases}$$

adică tocmai proporţiile căutate.

Calculînd granulozitatea amestecului (o,43 A + o,57 B) după cum s-a arătat în exemplu precedent, se obţine urmatoarea granulozitate a amestecului (C).

Ciurul (sita) de.....mm	o,2	1	3	7	15	3o
Trece %	7,5	21,1	34,3	5o,o	67,2	97,7

care este la limita superioară a domeniului "bun", ieşind din domeniul foarte puţin în zona ciurului de 1 mm.

Pentru a obţine o curbă care să se încadreze mai bine în domeniul "bun" se reduce puţin procentul de nisip o-7 mm din amestecul (C). Se încearcă deci cu C_7 = 45.

In acest caz se obţine:

$$\begin{cases} x = \frac{45 - 31}{75 - 31} = o,32 \\ y = 1 - x = o,68, \end{cases}$$

iar granulozitatea amestecului (o,32 A + o,68B) va fi:

Ciurul (sita) de... mm	o,2	1	3	7	15	3o
Trece %	5,8	16,4	29,4	45	62,8	67,2

Acest agregat are o granulozitate "bună", cuprinsă integral în domeniul "bun".

In general, din două sau trei încercări se obţine rezultatul dorit.

Exemplu III. Pentru alcătuirea amestecului se pune la dispoziţie trei agregate şi anume: nisip fin (A), nisip grăunţos (B) şi pietriş (C), cu următoarele granulozităţi (tabelul nr. 91 şi figura 109).

Tabelul 91

Denumirea agregatului	Procente trecînd prin ciurul de.... mm					
	0,2	1	3	7	15	30
Nisip (A)	16	50	80	95	100	100
Nisip (B)	4	11	50	98	100	100
Pietriş (C)	1	3	7	10	59	98

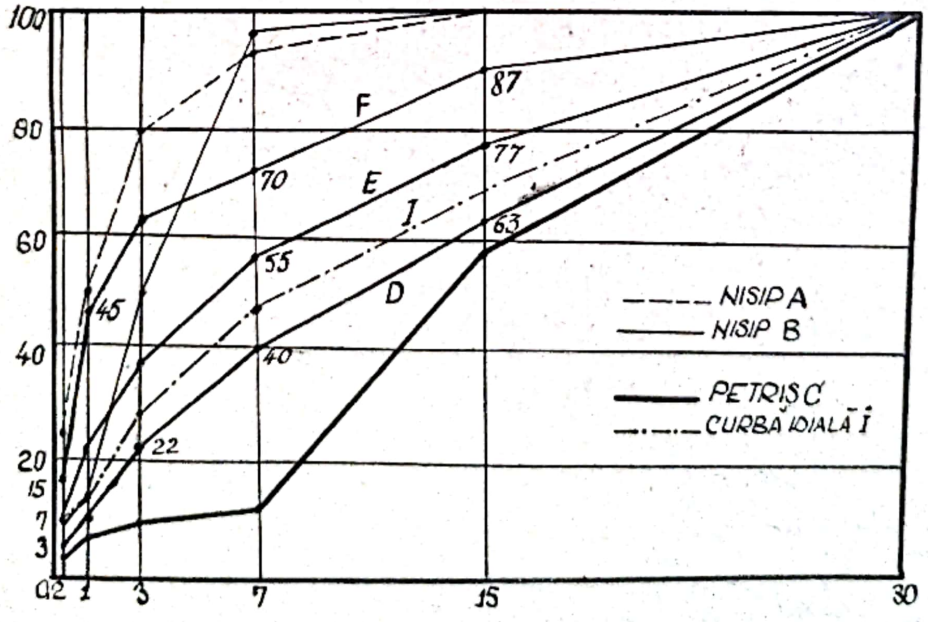


Fig. 109.

Se cere o curbă de o asemenea granulozitate încît să treacă prin mijlocul domeniului "bun" ; o asemenea curbă va da betoane lucrabile şi compacte. O curbă ideală (I) corespunzînd acestui scop are următoarea granulozitate (fig. 109).

Ciurul(sita) de.....mm	0,2	1	3	7	15	30
Trecere %	5	15	30	48	70	100

Amestecul de agregate trebuie să se apropie cît mai mult de curba dată mai sus. Granulele de la 7 mm în sus vor fi date în cea mai mare parte de pietrişul (C) care le conţine în proporţie de 90 %.

Partea de pietriş (C) din amestec poate fi apreciată după raportul:

$$\frac{\text{granule mai mari de 7 mm dim amestec}}{\text{granule mai mari de 7 mm pietrişul(C)}} = \frac{52}{90} \approx 0{,}6$$

Nisipul (A) şi nisipul (B) împreună vor forma celelalte 0,4 părţi.

Amestecul de (A) cu (B) trebuie astfel alcătuit, încît să dea cele 30 procente granule 0 - 3 mm conţinute în curba ideală (I). Păstrînd notaţiile de la exemplul precedent, însă cu indicele 3 pentru ciurul de 3 mm, se obţin următoarele relaţii:

$$\begin{cases} x + y = 0{,}4 \\ x\,A_3 + y\,B_3 = I_3 \end{cases}$$

sau rezolvînd sistemul:

$$\begin{cases} x = \dfrac{I_3 - 0{,}4\,B_3}{A_3 - B_3} = \dfrac{30 - 0{,}4 \times 50}{80 - 50} \approx 0{,}3 \\ y = 0{,}4 - 0{,}3 = 0{,}1 \end{cases}$$

Deci amestecul va fi (o,3 A + o,1 B + o,6 C).

Granulozitatea amestecului se calculează ca şi în cazul a 2 componenţi (tabelul nr. 92 şi fig. llo).

Tabelul 92.

Denumirea agregatului	Procente trecînd prin ciurul de....mm					
	o,2	1	3	7	15	30
o,3 A	4,8	15,o	24,o	28,5	3o,o	3o,o
o,1 B	o,4	1,1	5,o	o,8	1o,o	1o,o
o,6 C	o,6	1,8	4,2	6,o	35,4	58,8
o,3 A + o,1 B +o,6C	5,8	17,9	33,2	44,3	75,4	98,8

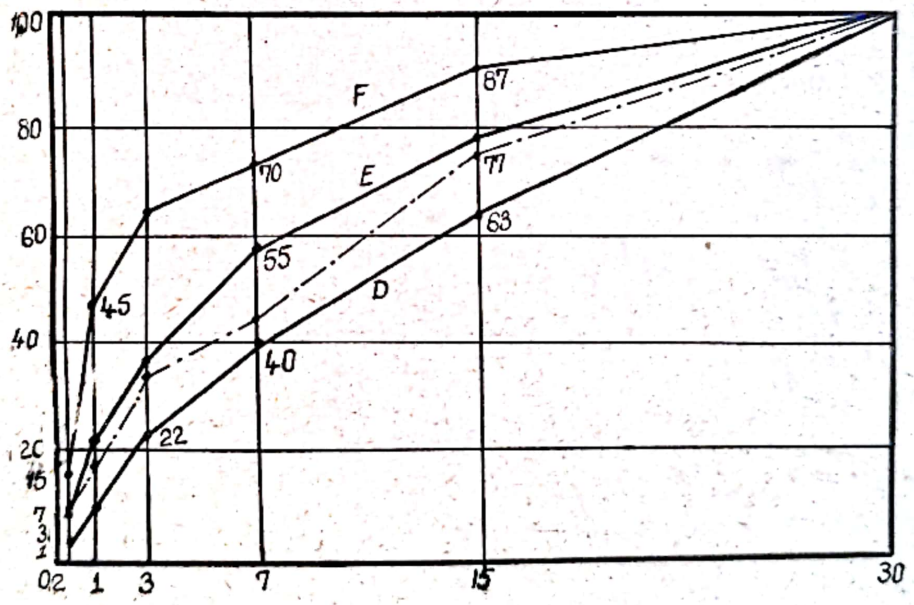


Fig. llo.

Curba de granulozitate a amestecului se găseşte integral în domeniul "bun", fiind destul de apropiată de curba propusă (fig. llo). Si aici, din două sau trei încercări se ajunge la rezultatul dorit.

Acest calcul poate fi aplicat şi în cazul materialelor sortate.

Exemplu IV. Pentru obţinerea agregatului unui beton se dă balastul (B) cu următoarea curbă de granulozitate(fig. 111).

Ciurul de.....mm	o,2	1	3	7	15	3o
Trecere %	14	36	52	7o	85	1oo

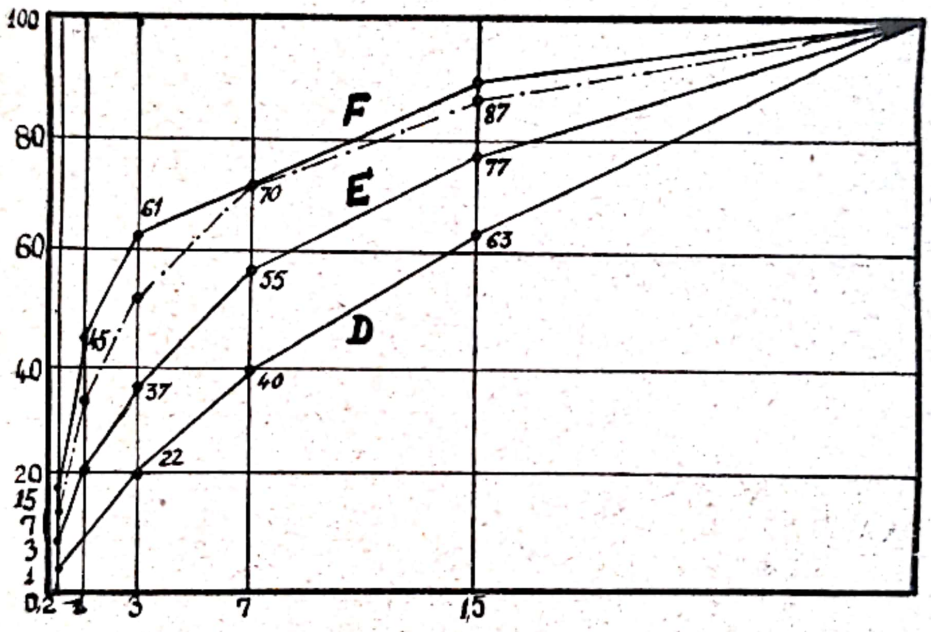


Fig. 111.

Acest agregat fiind situat în apropiere de limita (F) a domeniului "utilizabil", va da betoane de calitate slabă (rezistenţe mecanice scăzute).

Pentru obţinerea unui agregat cu granulozitatea în domeniul "bun" acest balast va fi ciuruit prin ciurul de 7 mm, separîndu-se astfel un nisip o-7 mm şi un pietriş 7-3o mm.

Granulozitatea nisipului astfel separat poate fi calculată dinainte, raportînd procentele de treceri prin ciururile: o,2; 1; 3; 7, la procentul de nisip o-7 mm din balast.

Se obţine pentru nisipul (N) separat din balast următoarea granulozitate:

Trece prin:

0,2 mm..... $\frac{14}{70}$ x 100 = 20,0

1 mm ..... $\frac{36}{70}$ x 100 = 51,4

3 mm ..... $\frac{52}{70}$ x 100 = 74,3

7 mm ..... $\frac{70}{70}$ x 100 = 100

Pentru granulozitatea pietrişului 7-30 mm, rămas pe ciurul de 7 mm se determină doar procentul de treceri prin ciurul de 15 mm, deoarece procentul de treceri prin ciurul de 30 mm este 100.

Din 30 părţi de sort 7-30 mm din balast, 15 părţi sînt 7-15 mm sau în procente $\frac{15}{30}$. 100 = 50. Deci, granulozitatea pietrişului (P) separat din balast este:

Ciurul de.....mmm	7	15	30
Trece %	0	50	100

Pentru obţinerea unui amestec cu granulozitatea în interiorul domeniului "bun" se calculează, după cum s-a arătat mai înainte, amestecurile cu 40, 45 şi 50 % ca în exemplul 1.(fig. 107, pag. 340).

Se obţin următoarele rezultate: (tabelul nr. 93).

Tabelul 93

Denumirea amestecului	Procente trecînd prin ciurul de...mm					
	0,2	1	3	7	15	30
0,40 N + 0,60 P	8,0	20,4	29,6	40	70	100
0,45 N + 0,55 P	9,0	23,1	33,4	45	72,5	100
0,50 N + 0,50 P	10,0	25,7	37,1	50	75	100

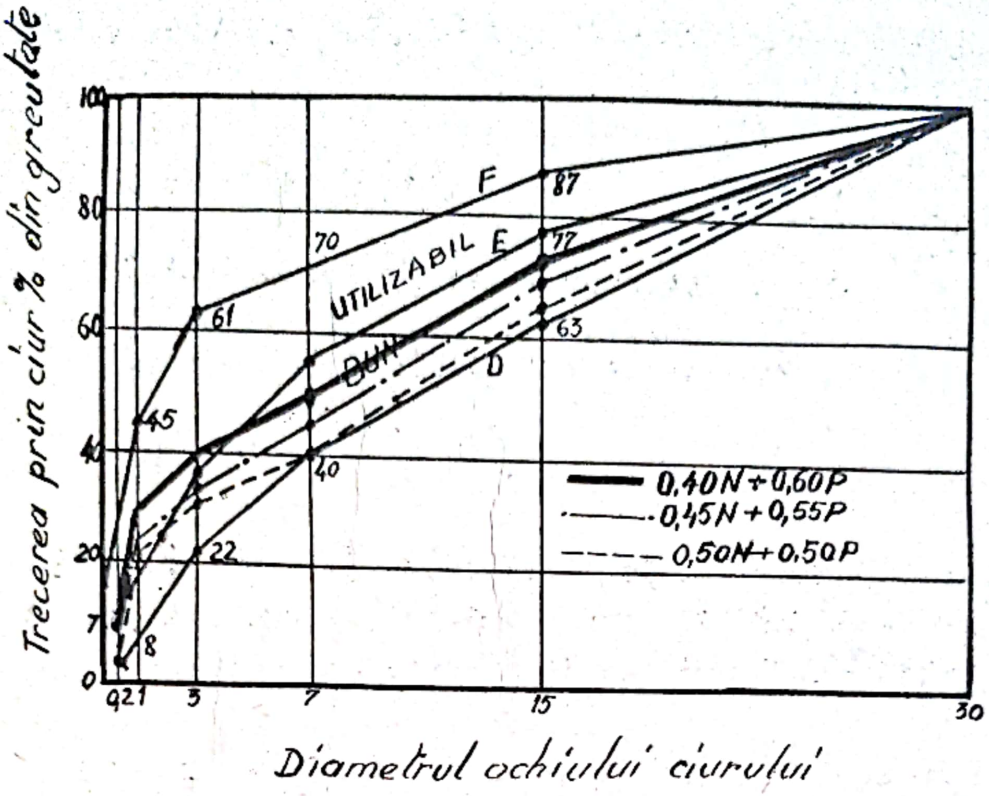


Fig. 112.

Se presupune că în condiţiile de lucru este indicat amestecul (0,40 N + 0,60 P) care se înscrie cel mai bine în domeniul "bun" (fig. 112). Randamentul utilizării balastului în acest caz se determină ţinînd seama de faptul că materialul deficitar este pietrişul 7-30 mm, care în balast se găseşte în proporţie de 30 %, iar în amestec de proporţie de 60 %. Randamentul utilizării balastului fiind raportul între cantitatea de balast utilizată şi cantitatea de balast necesară, el poate fi calculat după formula:

$$R = \frac{P'}{P}$$

în care:

R - randamentul utilizării balastului;
P'- procentul de material deficitar din balast;
P - procentul din acelaşi material din amestec.

In cazul de mai sus:

$$R = \frac{30}{60} = 0,50$$

Inversul randamentului de utilizare a balastului reprezintă părţi de balast în greutate necesare pentru obţinerea unei părţi în greutate de amestec şi anume:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{0,5} = 2$$

Deci, pentru a obţine o parte amestec sînt necesare două părţi balast.

Se încearcă obţinerea unui amestec cu 45 % nisip. Pentru aceasta sînt necesare $\frac{45}{70} \approx$ 0,65 părţi balast, restul fiind pietriş. Granulozitatea amestecului se calculează ca mai jos (tabelul nr. 94).

Tabelul 94.

Denumirea agregatului	Procente trecînd prin ciurul de...; mm					
	0,2	1	3	7	15	30
0,65 B	9,1	24,5	34	45,5	55,4	65
0,35 P	0	0	0	0	17,5	35
0,65 B + 0,35 P	9,1	24,5	34	45,5	72,9	100

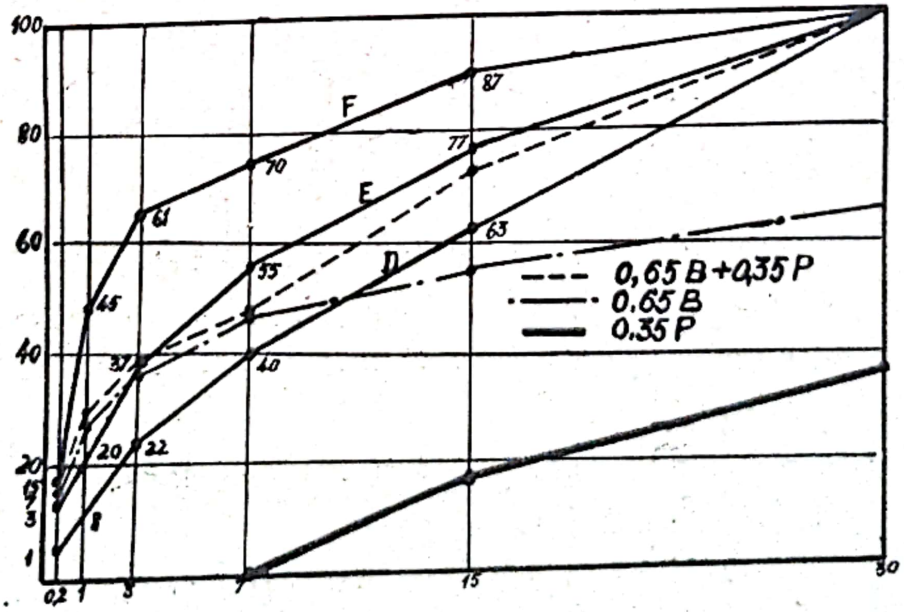


Fig.113.

Amestecul obținut are o granulozitate care se încadrează aproape complet în domeniul "bun" și poate fi utilizat pentru betoane de marcă pînă la B_{250} (fig. 113).

Dacă agregatele sînt bine sortate, cu granulozități cuprinse în limitele unui singur domeniu, corespunzător celui "bun", nisipul este considerat fracțiunea 0-7 mm iar pietrișul de la 7 mm în sus.

Pentru alcătuirea amestecului din asemenea agregate se notează cu:

x = greutatea nisipului (N)

y = greutatea pietrișului (P)

ρ_{gp} = densitatea în grămadă în stare uscată a pietrișului

$\frac{y}{\rho_{gp}}$ = volumul pietrișului.

= volumul golurilor din y kg pietriș $\frac{y}{\rho_{gp}} V_p$

V_p = volumul golurilor pietrișului.

Pentru umplerea golurilor pietrișului va fi necesar un volum de nisip $\frac{x}{\rho_{gN}}$, unde ρ_{gN} este densitatea în grămadă în stare uscată a nisipului.

Deci:

$$\frac{x}{\rho_{gN}} = \frac{y}{\rho_{gp}} \cdot V_p$$

de unde se determină raportul între nisip și pietriș.

Pentru calculul compoziției betonului se folosește atît raportul de mai sus, cît și valori diferind de aceasta cu $\pm$ 10 %.

Exemplu V. Nisipul (N) are densitatea unitară în grămadă în stare uscată $\rho_{gN} = 1620 \text{ kg/m}^3$.

Pietrișul (P) (pînă la 30 mm) are densitatea în grămadă în stare uscată 1400 kg/m^3 și volumul golurilor $V_p = 0{,}40$.

Raportul între nisip şi pietriş este:

$$\frac{x}{y} = \frac{\rho_{gN}}{\rho_{gP}} \qquad V_p = \frac{1620}{1400} \times 0,40 = 0,46$$

La calculul compoziţiei betonului se foloseşte valoarea astfel obţinută precum şi valori diferite cu $\pm$ 10 % adică $\frac{x}{y} = 0,51$ şi $\frac{x}{y} = 0,41$.

D. METODE PENTRU CALCULUL COMPOZIŢIEI BETONULUI.

Calculul compoziţiei betonului constă în găsirea raportului celui mai raţional între componenţii betonului, care să aibă proprietăţi dinainte stabilite.

Pentru calculul compoziţiei betonului există foarte multe metode, unele bazate pe formule, altele pe tabele sau grafice.

De obicei, aceste metode sînt legate de marca betonului care însă nu poate fi determinată cu precizie mai mare de 10 % în cele mai bune cazuri. Din această cauză, verificarea compoziţiei betonului prin încercări preliminare este indispensabilă.

Aceste metode dau numai indicaţii generale în alegerea compoziţiei betonului proaspăt preparat, care se caracterizează prin proporţiile amestecului - dozajul. Acesta ne indică greutatea liantului la 1 m^3 de beton gata preparat, greutatea agregatelor şi raportul apă/ciment - a/c (cantitatea de apă raportată la o unitate de greutate de ciment).

Calculul compoziţiei betonului obişnuit, trebuie să ţină seama de principalele proprietăţi pe care acesta trebuie să le aibă, atît în stare proaspătă, cît şi în stare întărită.

Din cauza rolului în construcţii, de a suporta sarcini mari, betonul trebuie preparat cu multă îngrijire, inginerul constructor trebuind să facă multe încercări asupra materialelor care intră în compoziţia betonului cît şi asupra betonului proaspăt şi betonului întărit.

Scanned with OKEN Scanner

Este greşită părerea că numai un ciment de marcă mare şi întrebuinţat în cantitate mare poate asigura obţinerea unui beton de calitate. Problema principală este de a utiliza dozajul minim de ciment care să asigure proprietăţile cerute betonului.

Mărirea exagerată a dozajului de ciment poate dăuna asupra calităţii betonului, provocînd puternice contracţii la uscare. Verificări experimentale au stabilit că raportul a/c şi nu dozajul de ciment influenţează în mod esenţial asupra proprietăţilor betonului (pag. relaţia Bolomey-Skramtaev) (1).

Pentru calculul compoziţiei betonului este necesar să se cunoască următoarele date:

- marca betonului prescrisă prin proiect;
- marca cimentului;
- curba de granulozitate şi natura agregatelor (de carieră sau de concasare);
- consistenţa betonului şi modul de execuţie a pieselor (turnare, batere cu maiul, vibrare);
- destinaţia construcţiei.

Dozajele de ciment minime şi maxime admise, în funcţie de felul, destinaţia şi marca betonului, vor fi conform datelor din tabelul nr. 95.

Se menţionează că felul cimentului o dată ales, nu mai intervine în calculul compoziţiei betonului, esenţialul fiind în acest caz marca cimentului. De asemenea, înainte de a se efectua calculul compoziţiei betonului se vor executa determinările prevăzute de standardele în vigoare asupra materialelor ce urmează a fi utilizate la confecţionarea betonului (agregate, ciment, apă, adausuri).

Stabilirea amestecului optim de agregate se face astfel încît să se obţină un agregat avînd granulozitatea în domeniul "bun", limitat de curbele:

-A' şi B' pentru agregate de carieră pînă la 15 mm (fig. 114);

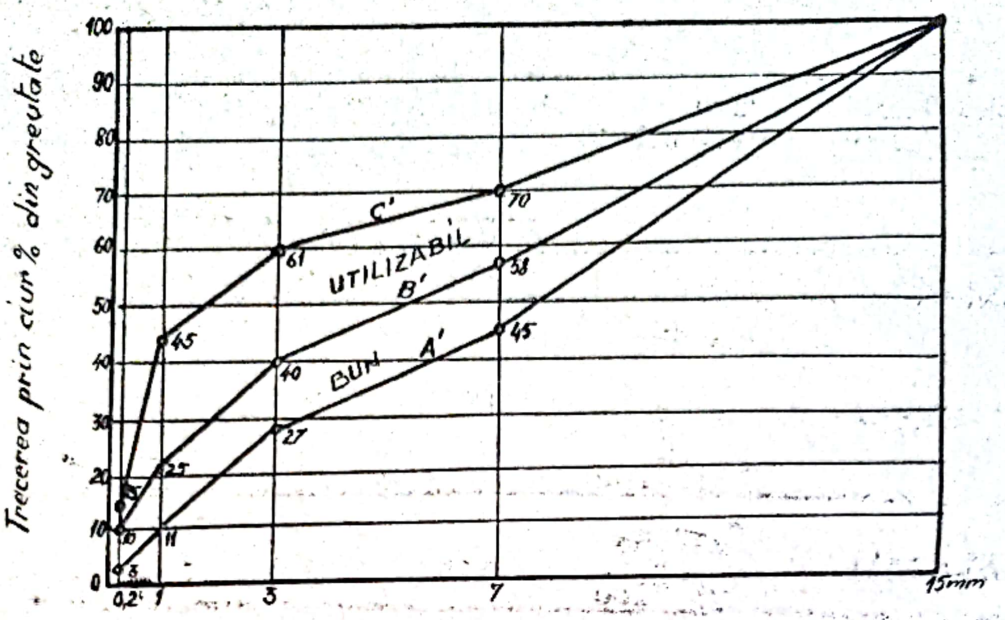
-D şi E pentru agregate de carieră pînă la 30 mm(fig.115);

Tabelul 95

Beton	Destinaţia betonului	Marca betonului	Dozaj minim kg/m³ compactarea		Dozaj maxim, kg/m³ pentru ciment de mărcă		
			manuală	vibrare	300	400	500
Simplu	Umpluturi	-	75	75	100	-	-
	Fundaţii	B_{25}-B_{35}	100	100	100	-	-
		B_{50}			150	-	-
		B_{75}-B_{100}			180	-	-
	Elevaţii	B_{25}-B_{50}	125	125	150	-	-
		B_{75}-B_{100}			180	-	-
Armat	Fundaţii şi elemente ferite de intemperii	B_{100}	220	220	270	230	-
		B_{150}			300	250	-
		B_{200}			350	300	-
		B_{250}			350	330	-
	Piese expuse intemperiilor	B_{150}	250	240	330	260	-
		B_{200}			350	300	-
		B_{250}			350	330	-
	Construcţii impermiabile, poduri speciale	B_{100}	280	260	300	-	-
		B_{150}			350	280	-
		B_{200}			-	350	260
		B_{250}			-	350	280
	Construcţii de mare rezistenţă precomprimate	B_{300}	-	300	-	400	350
		B_{400}		300	-	500	450
		B_{500}		350	-	580	500
		B_{600}		400	-	-	580
		B_{700}		500	-	-	700

- D' şi E pentru agregate de concasare pînă la 30 mm (fig. 115);
- G şi H pentru agregate de carieră pînă la 70 mm (fig. 116);
- G' şi H pentru agregate de concasare pînă la 70 mm(fig. 116).

Scanned with OKEN Scanner



Mărimea ochiului ciurului

LIMITELE DE GRANULOZITATE pentru agregate de carieră cu mărimea maximă de 15 mm.

Fig. 114.

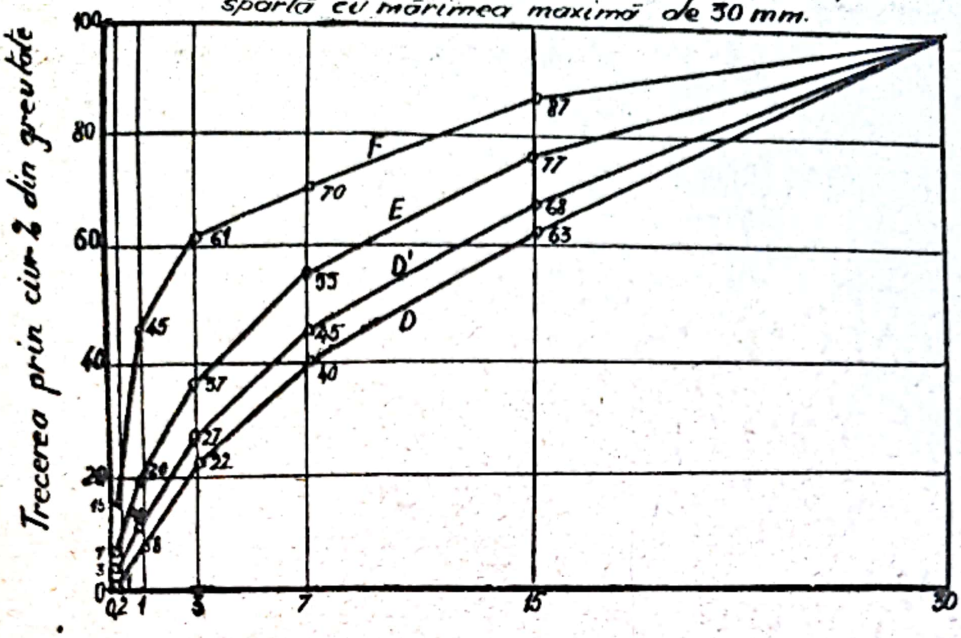
Se determină inițial granulometria amestecurilor de nisip (N) și pietriș (P), cunoscînd compoziția:

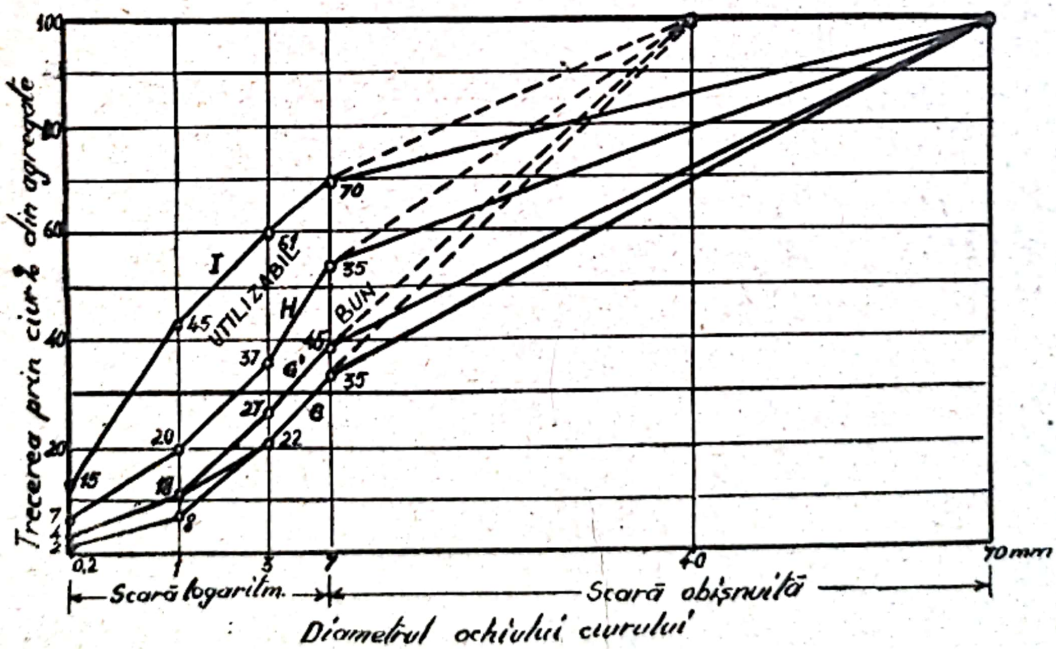
$$(o,4\ N + o,6\ P) \quad \text{și} \quad (o,5\ N + o,5\ P)$$

Se trasează curbele de granulozitate ale acestor amestecuri și dacă una din ele se încadrează în domeniul "bun", atunci amestecul respectiv este ales pentru stabilirea compoziției betonului și pentru încercările preliminare. In caz contrar, se deduc prin încercări coeficienții de amestec care vor permite obținerea unei granulozități corespunzătoare.

Calculul amestecului de nisip și balast sau de balast și pietriș se face ca și calculul amestecului de nisip și pietriș (pag. 339) cu excepția coeficienților numerici, care se fixează orientativ, în funcție de granulozitățile fiecăruia dintre componenți (nisip, balast, pietriș).

Limitele de granulozitate pentru agregate de carieră sau formate din nisip de carieră și piatră sparță cu mărimea maximă de 30 mm.



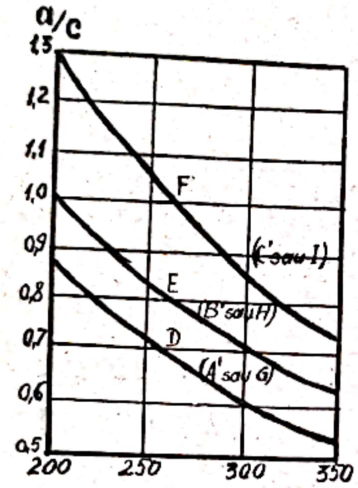


CURBELE LIMITĂ DE GRANULOZITATE pentru agregate de carieră cu dimensiunea maximă cuprinsă între 0-70 mm (sau formate din nisip de carieră și piatră spartă) pentru betoane de marcă ≤ B 250 inclusiv.

Raportul a/c se deduce din formula Bolomey-Skramtaev, în funcţie de:

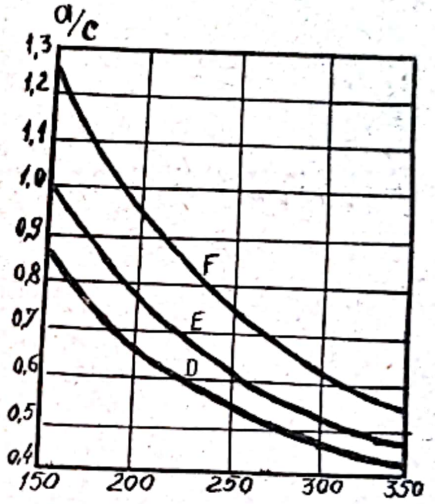
- marca betonului
- marca cimentului
- natura agregatului.

Dozajul de ciment se determină pe baza raportului a/c, cu ajutorul graficelor "Dozaj - Raport a/c" (fig. 117, 118, 119, 12o).



Relaţia dintre dozajul de ciment şi raportul a/c pentru betoanele cu pietriş şi de consistenţă plastică (compactare prin îndesare uşoară).

Fig.117.



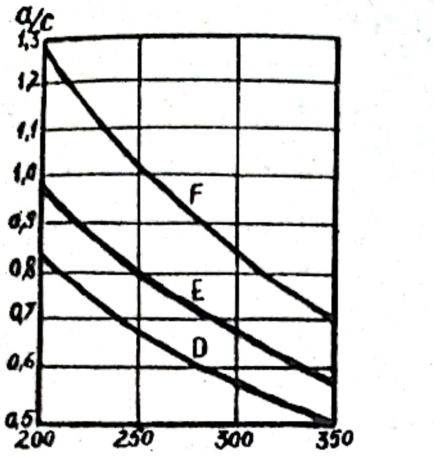
Relaţia dintre dozajul de ciment şi raportul a/c pentru betoanele cu pietriş şi de consistenţă vîrtoasă (compactare prin vibrare).

Fig. 118.

In aceste grafice se reprezintă pe ordonată raportul a/c, iar pe abscisă dozajul de ciment, pentru agregate avînd mărimea maximă a granulelor de 3o mm.

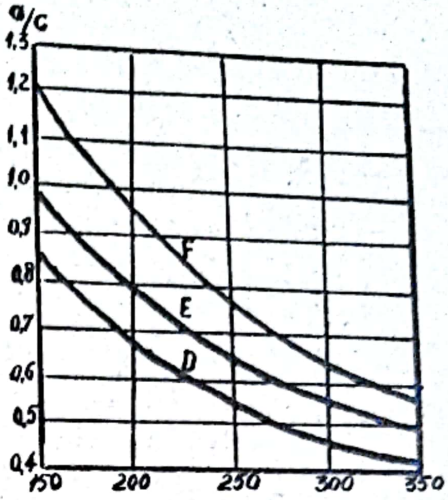
Pentru agregate avînd mărimea maximă 15 mm sau 7o mm se va determina dozajul de ciment, utilizînd tot graficele din fig. 117, 118, 119, 12o, considerînd echivalente curbele:

D cu A', respectiv G
D' cu A', respectiv G'
E cu B', respectiv H
F cu C', respectiv I



Relatia dintre dozajul de ciment și raportul a/c pentru betoanele cu piatră spartă și de consistență plastică (compactare prin îndesare ușoară).

Fig.119.



Relatia dintre dozajul de ciment și raportul a/c pentru betonul cu piatră spartă și de consistență vîrtoasă (compactare prin vibrare)

Fig. 12o.

și aplicîndu-se la valoarea dozajului găsit pe grafic, următoarele corecții:

- pentru agregate pînă la 15 mm dozajul va fi mărit cu 2o kg/m^3.
- pentru agregate pînă la 7o mm, dozajul va fi micșorat cu 2o kg/m^3.

In cazul cînd curba de granulozitate utilizată nu corespunde exact uneia din curbele limită ale diagramei respective (fig. 114, 115, 116), atunci pentru determinarea dozajului de ciment cu ajutorul graficelor "Dozaj - Raport a/c", se procedează astfel: se trasează prin interpolare, pe graficul respectiv o curbă care să corespundă granulozității agregatelor folosite. Aceasta se face în modul următor: se înseamnă în diagrama de granulozitate respectivă (fig. 121, sau 118, 119, 12o) punctul care reprezintă procentul de nisip din agregatele folosite. Acest punct împarte porțiunea din ordonată 7 mm cuprinsă între curbele limită învecinate, într-o anumită proporție (fig. 115).

GRAFIC DOZAJ - RAPORT a/c
Consistența betonului plastic (răspîndirea 46-48 cm)
Agregate: rotunde de carieră
Modul de compactare: Turnare și îndesare

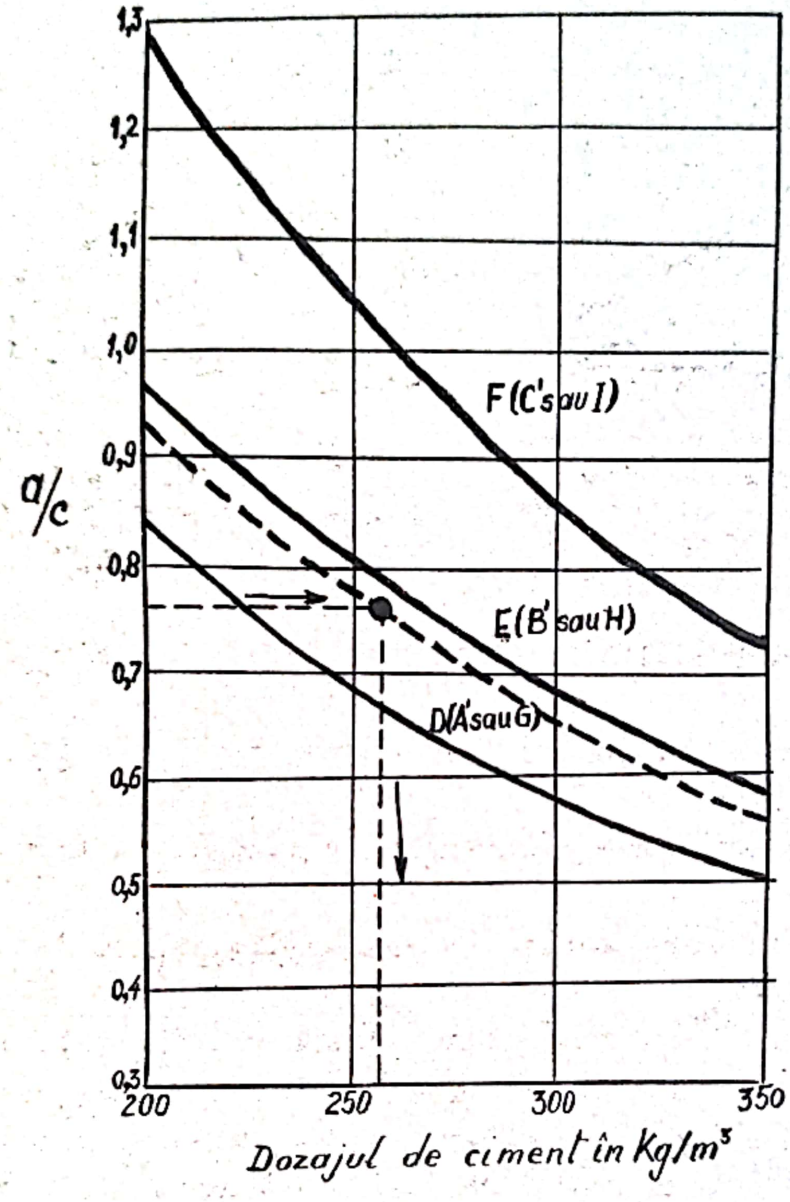


Fig. 121 .

In aceeași proporție se împarte, în graficul respectiv, porțiunea din ordonata 250 kg/m^3, cuprinsă între curbele corespunzătoare (fig. 121).

Dacă punctul astfel fixat pe ordonata 250 se află situat între curbele D și E ale graficului (respectiv între curbele echivalente) atunci se trasează prin acest punct o curbă paralelă la curba E (sau la curba echivalentă).

Dacă punctul se află situat între curbele E şi F (respectiv între curbele echivalente) adică dacă amestecul de agregate se înscrie în domeniul (E-F) al curbelor de granulozitate (fig. 115), respectiv (B'-C') (fig. 114) sau (H-I) (fig. 116) şi nu există nici-o posibilitate de a-l corecta, atunci se trasează prin acest punct o curbă paralelă la curba E(sau la curba echivalentă).

Din punctul de pe axa ordonatelor reprezentînd valoarea raportului a/c aflat, se duce o paralelă la axa absciselor, pînă ce ea întîlneşte noua curbă trasată, care corespunde granulozităţii agregatelor utilizate.

Din punctul de intersecţie aflat se duce o paralelă la axa ordonatelor şi se citeşte pe axa absciselor valoarea dozajului de ciment (c).

Cantitatea de apă din beton rezultă din formula:

$$a = c \cdot \frac{a}{c} \qquad (2)$$

în care:

a - cantitatea de apă din beton, în l/m^3;

c - dozajul de ciment aflat cu ajutorul graficelor, în kg/m^3;

a/c - raportul a/c dedus din relaţia Bolomey-Skramtaev.

Cantitatea de agregate se determină cu formula:

$$Ag = \rho a - (c + a) \qquad (3)$$

în care:

Ag - cantitatea de agregate din beton, în kg/m^3

ρ_a - densitatea apabentă a betonului în stare rpoaspătă, în kg/m^3.

c - dozajul de ciment, în kg/m^3

a - cantitatea de apă de amestecare, în l/m^3.

Densitatea aparentă a betonului în stare proaspătă se consideră:

ρ_a = 2400 kg/m^3 - pentru betoane turnate, bătute cu maiul sau vibrate obişnuit (frecvenţa elementului vibrator pînă la 3000 vibr./min.).

ρ_a = 2430 kg/m^3 - pentru betoane vibrate energic(frecvenţa elementului vibrator 6000→7500 vibraţii/minut.)

Verificarea experimentală a proprietăţilor betonului proaspăt, a cărui compoziţie a fost calculată ca mai sus, se efectuează prin executarea unui amestec de probă, cu 1/30 din cantităţile calculate de ciment şi agregate pentru 1 m^3 beton. Amestecului uscat de ciment şi agregate i se adaugă treptat cantitatea de apă necesară obţinerii consistenţei dorite, cu asigurarea lucrabilităţii şi compacticităţii betonului şi cu respectarea condiţiilor de punere în lucrare reale de pe şantier.

Se determină astfel cantitatea de apă necesară obţinerii consistenţei dorite şi densitatea aparentă a betonului.

Cu valorile găsite se recalculează, prin aplicarea formulelor (2) şi (3), compoziţia betonului după executarea încercărilor preliminare.

Se atrage atenţia că un plus de apă prea mare faţă de cea calculată cu ajutorul formulei (2) se datoreşte de cele mai multe ori granulozităţii defectuoase a agregatelor , sau impurităţilor (praf, argilă) pe care acestea le conţin.

In asemenea cazuri trebuie luate măsuri de corectare.

Fixarea compoziţiei betonului.

Fixarea compoziţiei betonului comportă următoarele situaţii: se cere să se alcătuiască un beton de marcă dată sau un beton cu un dozaj de ciment dat.

Cazul I - Fixarea compoziţiei unui beton de marcă dată.

Pentru stabilirea compoziţiei betonului se cunosc următoarele date:

- marca betonului (Rb) : B_{175}
- construcţia ferită de intemperii
- marca cimentului (Rc) : 400

- curba de granulozitate a agregatelor conţine 5o % fracţiune o/7 mm şi se află în domeniul "bun" (fig. 115).

- modul de execuţie: betonul se va executa prin turnare, fiind necesară o consistenţă plastică.

Granulozitatea de mai sus a fost obţinută prin combinarea nisipului de rîu (N) şi a pietrişului (P) ambele agregate corespunzînd condiţiilor tehnice din STAS 1667-62; formula de amestec este(o,4 N + o,6 P), după cum se arată în tabelul nr. 96.

Tabelul 96.

Agregate	% ce trece prin ciurul de.....mm					
	o,2	1	3	7	15	3o
Nisip (N).....	1o	3o	65	91	1oo	1oo
Pietriş (P)	o	1	6	23	56	1oo
o,4 N.....	4	12	26	36,4	4o	4o
o,6 P	o	o,6	3,6	13,8	33,6	6o
o,4 N + o,6 P	4	12,6	29,6	5o,2	73,6	1oo

Compoziţia betonului se calculează astfel:

- Din relaţia Bolomey-Skramtaev, pentru R_b = 175, Rc = 4oo şi agregate de carieră, se află raportul a/c = o,74.

- Din graficul "Dozaj-Raport a/c" (fig. 121) pentru a/c= o,74 şi o curbă cuprinsă proporţional cu cantitatea de nisip (5o,2 %) între curbele limită D şi E, se află dozajul C = 26o kg/m^3.

- Necesarul de apă pentru dozajul dat va fi:

$$a = c \cdot \frac{a}{c} = 26o \times o,74 = 192 \text{ l/m}^3 \text{ beton}$$

- Cantitatea de agregate va fi:

$$Ag = \rho\, a - (c + a) = 24oo - (26o + 192) = 1948 \text{ kg/m}^3.$$

din care: nisip (N) = 1948 x o,4 = 78o kg/m^3

pietriş (P) = 1948 x o,6 = 1168 kg/m^3

- Compoziţia calculată a betonului este:

$c = 260\ kg/m^3$ $\qquad$ $N = 780\ kg/m^3$

$a = 192\ l/m^3$ $\qquad$ $P = 1168\ kg/m^3$

- Se face verificarea experimentală a proprietăţilor betonului proaspăt preparat, cu 1/60 din cantităţile de mai sus, adică:

$c = 4,3\ kg$
$N = 13\ kg$
$P = 19,4\ kg$
$a = 3,2\ kg$

- Cantitatea de apă determinată experimental pentru obţinerea unui beton lucrabil de consistenţă plastică (48 cm răspîndite) este a = 3,00 l.

$a_1 = 60.a = 60 \times 3,00 = 180\ l$ (consum real de apă la m^3).

- Cîntărindu-se betonul s-a găsit greutatea aparentă reală, ρ real $= 2380\ kg/m^3$.

Se reface calculul cantităţii de ciment astfel:

$c_1 = a_1 : \frac{a}{c} = 180 : 0,74 = 243\ kg/m^3$

- In urma rezultatelor obţinute, compoziţia betonului (denumit beton nr. 1) devine :

$c_1 = 243\ kg/m^3$
$a_1 = 180\ l/m^3$
$N_1 = 783\ kg/m^3$
$P_1 = 1174\ kg/m^3$
$\rho_{a_1} = 2380\ kg/m^3$

- Pentru stabilirea dozajului de şantier al betonului se cunosc următcarele date:

a - densitatea în grămadă, în stare de umiditate naturală, a nisipului Nu = 1300 kg/m^3.
b - idem, pentru pietriş Pu = 1400 kg/m^3
c - umiditatea nisipului = 4 %
d - umiditatea pietrişului = 1 %.

- Volumele agregatelor se calculează conform formulelor:

$$V_N = \frac{G_N \times 100}{\rho g_N \times (100-u)} = \frac{780 \times 100}{1300\ (100-4)} = 0{,}62\ m^3/m^3$$

$$V_p = \frac{G_p \times 100}{\rho g_p \times (100-u)} = \frac{1160 \times 100}{1400\ (100-1)} = 0{,}84\ m^3/m^3$$

V_N, V_p - volumul agregatului în stare de umiditate naturală, în m^3/m^3 beton.

G_N, G_p - greutatea agregatului uscat, în kg/m^3 beton.

ρg_n, ρg_p - densitatea în grămadă a agregatului în stare de umiditate naturală, în kg/m^3.

- Cantitatea de apă din agregate este:

$$a_N = G_N \cdot \frac{4}{100} = 780 \cdot \frac{4}{100} = 31\ l$$

$$a_p = G_p \cdot \frac{1}{100} = 1160 \cdot \frac{1}{100} = 12\ l$$

- Cantitatea de apă ce trebuie introdusă în betonieră este: 180 - (31 + 12) = 137 l.

- Dozajul betonului de pe şantier va fi:

$$\begin{cases} c = 243\ kg/m^3 \\ a = 137\ l/m^3 \\ N = 0{,}62\ m^3/m^3 \\ P = 0{,}84\ m^3/m^3 \end{cases}$$

<u>Transformarea compoziţiei betonului din greutate în volume</u>.

Pe şantier, măsurarea agregatelor se face de obicei în volume; de aceea compoziţia în greutate a betonului pentru agregate trebuie transformată în volume

La transformarea agregatelor din greutate în volume se va ţine seama de densitatea în grămadă a agregatelor în momentul dozării, precum şi de umiditatea acestora.

Cele mai mari erori la dozarea în volume provin tocmai din cauză că se consideră densitatea în grămadă a agregatelor una şi aceeaşi în toate cazurile, fără a se ţine seama de variaţiile care intervin datorită schimbărilor de umiditate.

Prin urmare se produce o mărire a volumului, deci o micşorare a densităţii în grămadă.

Se dau mai jos exemple de calcul pentru transformarea compoziţiei betonului din greutate în volume.

Exemple:

1 - Se dă un beton cu compoziţia în greutate:

- Ciment ..... 280 kg/m^3
- Apă ..... 205 l/m^3
- Pietriş ..... 1150 kg/m^3
- Nisip ..... 770 kg/m^3

Total 2405 kg/m^3

- Densitatea în grămadă în stare uscată a nisipului - ρ_{gN} = 1620 kg/m^3.
- Densitatea în grămadă în stare uscată a pietrişului - ρ_{gp} = 1430 kg/m^3.

Volumele de pietriş şi nisip se află prin împărţirea greutăţilor respective la densitatea în grămadă, astfel:

$$\text{Pietriş} = \frac{1150}{1430} = 0{,}80 \text{ m}^3 = 800 \text{ l}$$

$$\text{Nisip} = \frac{770}{1620} = 0{,}475 \text{ m}^3 = 475 \text{ l}$$

Compoziţia betonului în volume este:

Ciment.....280 kg/m^3
Apă .....205 l/m^3
Pietriş .....800 l/m^3
Nisip .....475 l/m^3

2 - Se va presupune acum că în urma unei ploi, nisipul (N) a căpătat o umiditate de 5 %, iar pietrişul (P) o umiditate de 2 % (nisipul fiind mai fin, reţine mai multă apă).

In același timp, densitatea în grămadă la 5 % umiditate a nisipului este $\rho gN_u = 1280\ kg/m^3$ iar pentru pietriș este $\rho gPu = 1350\ kg/m^3$.

Se cere să se calculeze compoziția în volume a betonului în acest caz.

Pentru aceasta se ține seama atît de noile densități în grămadă cît și de umiditatea agregatelor.

Astfel, pentru a introduce aceeași cantitate de nisip uscat, de 770 kg, este necesară o cantitate de

$$\frac{770}{100 - 5}\ 100 = \frac{770}{95} \cdot 100 = 810 \text{ kg nisip cu 5 \% umiditate.}$$

iar pentru 1150 kg pietriș uscat:

$$\frac{1150}{100 - 2} \times 100 = \frac{1150}{98} \cdot 100 = 1173 \text{ kg pietriș cu 2\% umiditate.}$$

Cantitatea de apă introdusă o dată cu agregatele este:

810 - 770 = 40 l cu nisipul.
1173 - 1150 = 23 l cu pietrișul.

adică în total, 40 + 23 = 63 l.

Pentru a păstra aceeași cantitate de apă în beton, adică un raport a/c constant, se va adăuga numai:

205 - 63 = 142 l/m^3.

Volumele de agregate se calculează împărțind greutățile respective la densitățile în grămadă în stare umedă. Se obține astfel:

$$\frac{810}{1280} = 0{,}630\ m^3 = 630\ l \text{ nisip}$$

$$\frac{1173}{1350} = 0{,}870\ m^3 = 870\ l \text{ pietriș}$$

Compoziția betonului va fi:

ciment	280 kg/m^3
apă	142 l/m^3
pietriș	870 l/m^3
nisip	630 l/m^3

Dacă nu s-ar fi ţinut seama de schimbarea de densitate în grămadă şi de umiditatea agregatelor, adică dacă s-ar fi confecţionat betonul după compoziţia în volume pentru agregate în stare uscată, ar fi fost:

Ciment.....280 kg/m^3
Apă.....205 l/m^3 (a/c=0,72)
Pietriş.....800 l/m^3
Nisip .....475 l/m^3

Greutatea reală a pietrişului este de:

$$\frac{80c \times 1350}{100} = 1080 \text{ kg}$$

din care:

$$\frac{1080 \times 2}{100} = 21,6 \text{ l apă, corespunzătoare umidităţii de 2 \%}$$

Greutatea reală a nisipului este:

$$\frac{475 \times 1280}{100} = 610 \text{ kg,}$$

din care:

$$\frac{610 \times 5}{100} = 30,5 \text{ l apă, corespunzătoare umidităţii de 5 \%}$$

Cantitatea totală de apă introdusă o dată cu agregatele este de:

$$21,6 + 30,5 = 52 \text{ l}$$

Cantitatea totală de apă din beton va fi:

$$205 + 52 = 257 \text{ l}$$

Totalul agregatelor uscate din beton va fi:

$$1080 + 610 = 1638 \text{ kg}$$

Dacă se socoteşte că acest beton va avea o densitate aparentă de 2400 kg/m^3, atunci compoziţia sa va fi:

Componenţi	kg	%	kg/m^3	
Ciment	280	12,9	310	(a/c=0,92)
Apă	257	11,8	294	
Agregate	1638	75,3	1796	
Total	2175	100	2400	

(Procentele s-au aflat prin raportarea componenţilor la total, iar compoziţia la m^3 prin înmulţirea procentelor cu densitatea aparentă a betonului, împărţită la 1oo).

Examinînd compoziţia reală a betonului se constată că:

- dozajul în ciment s-a mărit de la 28o la 31o kg/m^3
- raportul a/c a crescut de la o,73 la o,92.

Considerînd că cimentul a rămas acelaşi şi aplicînd formula lui Skramtaev în cele două cazuri, se poate aprecia o scădere de rezistenţă de 33 % numai din cauză că nu s-a ţinut seama de umiditatea agregatelor.

In concluzie, neţinînd seama de schimbările de densitate în grămadă şi de umiditate ale agregatelor, pe lîngă o risipă inutilă de ciment se obţin şi betoane de calitate inferioară. Pentru a evita acest lucru pe şantier este necesară determinarea zilnică şi uneori chiar de mai multe ori pe zi a densităţii în grămadă şi a umidităţii agregatelor.

Calculul cantităţilor de material pentru o încărcătură a betonierei.

Avînd compoziţia betonului în volume, se poate calcula uşor compoziţia încărcăturii unei betoniere în funcţie de capacitatea acesteia.

Se dă compoziţia betonului în volume:

ciment.....,28o kg/m^3
apă.....,142 l/m^3
pietriş.....,87o kg/m^3
nisip.....63o kg/m^3

Capacitatea betonierei este de 25o l. O betonieră de această capacitate, amestecă bine un volum de beton echivalent cu 7o % din capacitatea ei utilă, adică:

25o x o,7 = 175 l = o,175 m^3

Se observă că dacă se potriveşte încărcătura la 18o l= o,18o m^3, greutatea cimentului este de 5o kg adică un sac întreg. Cantităţile de materiale pentru o încărcătură vor fi:

- ciment.....280 x 0,180 = 50 kg
- apă.....142 x 0,180 = 26 l
- pietriș.....870 x 0,180 = 157 l
- nisip .....630 x 0,180 = 114 l

Pentru nisip și pietriș se confecționează cutii dimensionate anume, care să poată fi ușor mînuite de doi oameni. Încărcînd de un număr întreg de ori aceste cutii se obține volumul de agregate necesar unei încărcături a betonierei.

E. PROPRIETĂȚI ȘI DETERMINĂRI ASUPRA BETONULUI PROASPĂT NEÎNTĂRIT.

O piesă de beton trebuie să aibă rezistențe mecanice suficient de mari, să se comporte bine în timp, să reziste la acțiuni fizico-chimice.

Pentru a realiza un beton durabil, pe șantier va trebui să se cunoască:

- proprietățile betonului în stare proaspătă;
- proprietățile betonului întărit;
- influența componenților betonului asupra proprietăților sale;
- influența temperaturii și a tratării ulterioare asupra proprietăților betonului;
- influența acțiunilor agresive de natură fizico-chimică asupra proprietăților betonului și mijloacelor de prevenire și apărare.

Caracteristicile betonului proaspăt sînt:

- consistența;
- lucrabilitatea;
- densitatea aparentă;
- dozajul real în ciment;
- conținutul în apă de amestecare (raportul a/c).

Consistența. Prin consistența unui beton în stare proaspătă se înțelege proprietatea acestuia de a pune o rezistență mai mare sau mai mică la deformații plastice și vîscoase. Consistența este dependentă de:

- coeziunea amestecului;
- gradul său de plasticitate sau de mobilitate;

După consistenţa lor, betoanele se împart (vezi clasificarea betoanelor) în:

- vîrtoase;
- plastice;
- fluide.

Consistenţa betonului se determină prin două metode:

- prin determinarea tasării trunchiului de con de 3o cm.
- prin determinarea răspîndirii betonului pe masa de răspîndire.

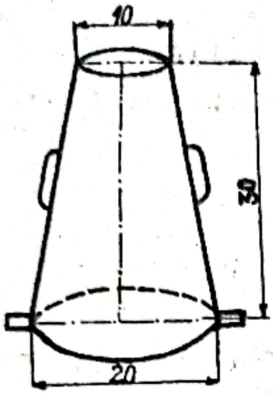
Masa de răspîndire (fig. 122) are următoarele caracteristici:

- o ramă fixă de 7o x 7o cm;
- o masă mobilă de aceleaşi dimensiuni, prinsă de rama fixă cu balamale şi acoperită cu o tablă inoxidabilă de 2 mm grosime. In centrul acestei table se trasează un cerc cu raza de lo cm şi se duc două diametre perpendiculare, paralele cu laturile mesei. Aceste diametre se prelungesc pînă la extremităţile tablei. Greutatea masei mobile împreună cu tabla este de 16 kg;
- un opritor, care permite ridicarea masei mobile pînă la înălţimea de 4 cm.

Metoda tasării.

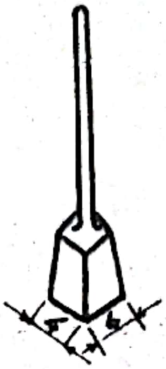
Determinarea consistenţei se face astfel:

- se fixează masa de răspîndire în poziţie orizontală, aşa încît să nu se poată zdrucina sau mişca;
- se şterge atît masa cît şi pîlnia în interior cu o cîrpă umedă spre a se umezi;
- se aşează centric pîlnia metalică cu înălţimea de 2o cm (fig. 122 e), utilizîndu-se cercul trasat;
- se umple pîlnia pe jumătate cu beton, apoi se dau cu maiul (fig. 122 b) lo lovituri uşoare la interval de cîte 2 secunde, de la înălţimea de lo cm;

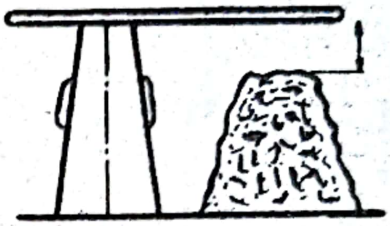


Trunchi de con pentru metoda tasării

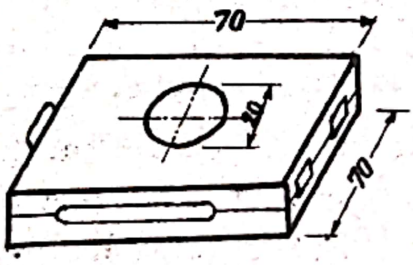
a



b

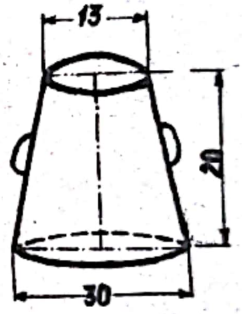


c

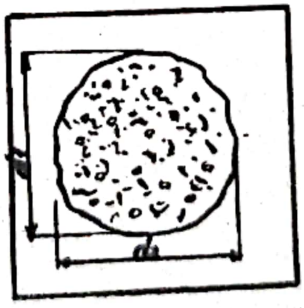


Masă pentru determinarea răspîndirii.

d



e



Măsurarea răspîndirii

f

Fig. 122.

- se umple complet pîlnia cu beton şi se repetă operaţia baterii cu maiul în aceleaşi condiţii ca mai sus, apoi se netezeşte suprafaţa betonului din pîlnie;

- se lasă pîlnia să stea 1 minut în care timp se şterge bine masa de betonul sau apa care eventual s-au scurs.

- se scoate cu atenţie pîlnia în circa 1o secunde, ridicîndu-se perfect vertical. Imediat după ridicarea pîlniei se măsoară diferenţa dintre înălţimea iniţială a betonului(înălţimea formei) şi înălţimea actuală (fig. 122 c). Această diferenţă în cm reprezintă tasarea. Tasarea se mai poate determina întrebuinţînd pîlnia de 3o cm înălţime. In acest caz umplerea se face în trei straturi de cîte circa 1o cm, în condiţiile arătate mai sus.

La întrebuinţarea pîlniei de 3o cm înălţime (fig. 122 a) tasarea este:

o-5 cm, pentru betonul vîrtos;
5-12 cm, pentru betonul plastic;
12-18 cm, pentru betonul fluid.

2. Metoda răspîndirii. La această metodă se lucrează cu forma tronconică de 2o cm înălţime (fig.122 e). In acest caz, după măsurarea tasării se ridică rama mobilă pînă la opritorul distanţat la 4 cm fără a se izbi de acesta şi apoi se lasă să cadă liber. Operaţia se repetă de 15 ori la interval de cîte 3 secunde.

Se măsoară diametrele turtei de beton (fig. 122 f) corespunzătoare celor două direcţii perpendiculare trasate pe masă. Se face media rezultatelor obţinute, rezultatul exprimîndu-se în cm.

Cifrele se rotunjesc la numere întregi. Rezultatul este media a trei determinări.

Determinarea răspîndirii nu este concludentă la betoanele vîrtoase, din cauza lipsei de coeziune a amestecului. Acesta, de la primele zguduituri începe să se desfacă în bucăţi care se vor împrăştia.

Consistenţa determinată cu masa de răspîndire este:

- pentru betonul plastic.....40-52 cm;
- pentru betonul fluid.....52-65 cm;

Alegerea consistenţei amestecului este limitată de criterii de ordin constructiv şi de modul de punere în lucrare a betonului. Astfel pentru un beton necesar şoselelor, pus în lucrare prin vibrare, se va alege un amestec vîrtos; pentru un beton necesar construcţiilor de beton armat, cu o armătură nu prea deasă, se va alege un amestec cu o consistenţă plastică; dacă armătura construcţiei este foarte deasă, consistenţa betonului va trebui să fie fluidă.

Se menţionează că dacă se dispune de un mijloc energic de punere în lucrare, cum este vibrarea, consistenţa amestecului poate fi vîrtoasă. Astfel, răspîndirea de 54 cm aleasă la o cobstrucţie cu armătura foarte deasă, poate fi redusă la 46-48 cm dacă se folosesc vibratori buni.

Consistenţa betonului va fi influenţată de:

- apa de amestecare;
- granulozitatea agregatelor;
- forma granulelor;
- dozajul în ciment.

Orice schimbare în cantitatea şi calitatea liantului, agregatelor sau apei de amestecare, va atrage după sine o modificare a consistenţei betonului.

Betonul fluid curge pe jghiaburi înclinate iar la turnarea în cofraje nu necesită un lucru mecanic de îndesare,fiind suficientă o aranjare cu mistria, o înţepare cu o vergea de oţel sau o ciocănire uşoară pe dinafară a cofrajelor.

La transport şi manipulare, betonul fluid are tendinţa de a separa o suspensie apoasă de ciment depunîndu-se la baza recipientului în care se transportă granulele mari de agregat, astfel încît în grosimea stratului de beton, compoziţia sa nu mai este uniformă.

Acest fenomen se numeşte segregare şi înainte de punerea în cofraj este necesară o reamestecare a betonului. Din aceste motive, precum şi din cauza influenţei defavorabile pe care o

Scanned with OKEN Scanner

exercită excesul apă de amestecare asupra proprietăţilor tehnice ale betonului întărit, nu se recomandă folosirea betoanelor fluide.

Betonul plastic are aspectul unui aluat care se deformează şi se lustruieşte uşor la frecare cu mistria, iar la punerea în cofraj necesită o îndesare cu maiuri uşoare de lemn şi o ciocănire a cofrajelor.

Betonul plastic are o tendinţă slabă de segregare la manipulare şi transport, datorită bunei sale coeziuni. Aceasta se manifestă şi prin proprietatea de a nu se desface în bucăţi cînd este manipulat, păstrîndu-şi caracteristicile de material coeziv; este cel mai bun tip de beton.

Betonul vîrtos se desface uşor în bucăţi la manipulare, fără însă a segrega, deoarece pasta de mortar rămîne aderentă de granulele de agregat mari şi nu separă apa de amestecare. El este indicat a fi folosit atunci cînd se dispune de mijloace energice de îndesare, la betonarea elementelor de beton simplu sau slab armate şi la betonarea elementelor masive de beton precum şi în industria prefabricatelor. Betonul vîrtos ajunge pînă la consistenţa pămîntului umed.

3. Lucrabilitatea. Este o caracteristică a betonului în stare proaspătă care indică:

- uşurinţa cu care poate fi pus în lucrare;
- dacă nu se dezamestecă la manipulare şi transport;
- dacă nu separă apa de amestecare;
- dacă are o coeziune bună, deci umple cu uşurinţă cofrajele în care este turnat;
- dacă necesită un lucru mecanic mare pentru atingerea unei compactităţi bune.

In stare proaspătă, lucrabilitatea unui beton reprezintă condiţia iniţială necesară pentru asigurarea, cu maximum de economii, a unei structuri omogene a betonului întărit; ea se datoreşte unui complex de proprietăţi care în ansamblul lor, nu poate fi exprimat numeric.

Proprietăţile principale care influenţează lucrabilitatea unui beton sînt:

- consistenţa;
- tendinţa de dezamestecare (segregare).

Acestea depind la rîndul lor de natura compoziţiilor, de dozaj, de caracteristicile mediului ambiant.

Tendinţa de dezamestecare a unui beton (segregarea betonului) este proprietatea betonului în stare proaspătă, care indică uşurinţa cu care acesta îşi pierde structura omogenă prin separarea apei componente (betonul are o capacitate insuficientă de retenţie a apei de amestecare) sau prin separarea agregatelor. Tendinţa de dezamestecare depinde de coeziunea sistemului.

La betoanele plastice, pentru determinarea unei valori numerice a lucrabilităţii, se poate lua în consideraţie raportul între tasare şi răspîndire (ambele exprimate în cm). Cu cît acest raport este mai mare, cu atît lucrabilitatea este mai bună, fără a se putea stabili (cu exactitate) valori limită.

Standardele prevăd trei metode de lucru pentru determinarea lucrabilităţii şi anume:

- determinarea tendinţei de separare a apei;
- determinarea coeficientului de remodelare prin vibrare;
- determinarea coeficientului de remodelare liberă la şoc.

O metodă suplimentară de apreciere a lucrabilităţii este următoarea: la efectuarea încercării de răspîndire se va nota în afară de diametrul mediu al turtei de beton şi modul cum trunchiul de con s-a prăbuşit şi aspectul turtei 5 minute după efectuarea determinării.

La un beton proaspăt turta are un aspect omogen şi marginile bine conturate. In cazul cînd se observă o cantitate de apă (lapte de ciment) la periferia turtei, înseamnă că betonul are tendinţa de separare de apă, iar în cazul cînd în jurul turtei se separă granule de agregat mare, betonul are tendinţă de segregare.

Determinarea tendinţei de separare a apei la betoanele proaspete.

Principiul metodei constă în:

- determinarea cantităţii de apă de amestecare care se separă la suprafaţa betonului în timp de 6 ore de la preparare.
- determinarea vitezei de separare a apei la suprafaţa betonului şi durata perioadei de separare de apă.

In acest scop se foloseşte un vas cilindric de capacitate 15 l care se umple cu betonul de cercetat.

Colectarea apei de pe suprafaţă liberă a betonului se face la fiecare 2o minute, timp de 4 ore şi apoi la fiecare 3o minute timp de 2 ore; apa este scoasă cu o pipetă cu pară de cauciuc şi se toarnă într-un cilindru gradat.

Cantitatea de apă separată la suprafaţa betonului (a) se exprimă în procente din cantitatea de apă de amestecare a betonului.

$$a = \frac{Q}{Af} \cdot 100\ \%$$

în care:

Q - cantitatea totală de apă colectată în cilindrul gradat, în ml

Af - cantitatea de apă de amestecare care este conţinută în proba de beton luată pentru determinare, în ml.

Valoarea lui Af se calculează cu formula:

$$Af = 100 \frac{A}{B} \cdot C \quad ml$$

în care:

A - cantitatea de apă de amestecare introdusă la prepararea betonului, în litri.

B - cantitatea de beton proaspăt, în litri.

C - capacitatea vasului cilindric, în ml.

Determinarea coeficientului de remodelare a betonului proaspăt prin vibrare.

Lucrabilitatea unui beton se apreciază şi după uşurinţa cu care betonul turnat în forma tronconică pentru tasare se

remodelează sub acţiunea unor zguduituri sau a vibrării, luînd o formă paralelipipedică.

Modul de lucru este următorul: Intr-un tipar de formă cubică cu latura de 2o cm se introduce forma tronconică şi se umple cu betonul de cercetat de regula arătată la determinarea tasării. Cînd se ridică forma tronconică, betonul se tasează (fig. 123). Tiparul se supune la o serie de zguduituri sau se vibrează pînă ce betonul ia forma paralelipipedică. Un beton este cu atît mai lucrabil cu cît pentru remodelarea sa necesită mai puţine zguduituri sau o durată de vibrare mai scurtă.

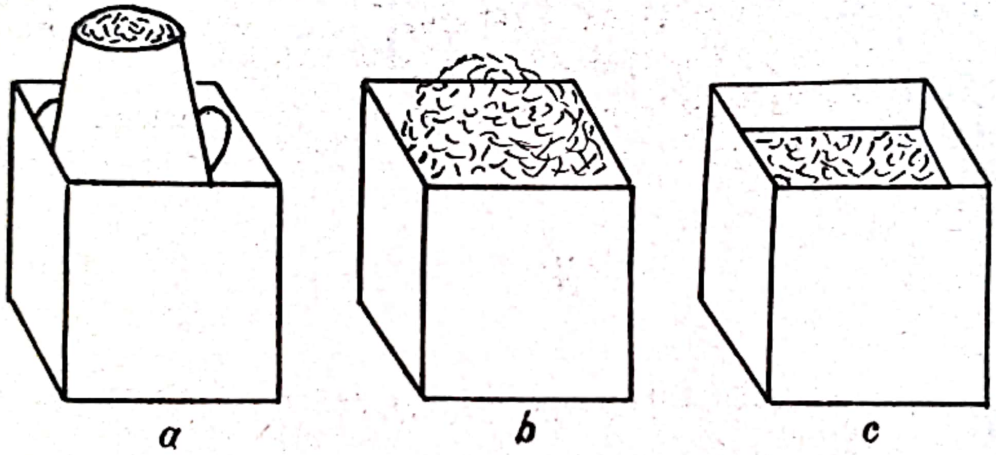


Fig. 123.

Rezultatul încercării de remodelare este media a două determinări ale căror rezultate nu diferă cu mai mult de ± lo % faţă de media lor.

4. Determinarea densităţii aparente.

Prin densitate aparentă se înţelege greutatea unui metru cub de beton proaspăt, în stare turnată sau îndesată.

Determinarea densităţii aparente se face întrebuinţînd cuburile sau prismele de beton turnate proaspăt în vederea determinării rezistenţei de rupere la compresiune. In acest scop se cîntăresc tiparele goale şi apoi se umplu cu beton. Tiparele vor fi curăţate înainte de cîntărire, iar umplerea

lor se va face în condiţii identice cu turnarea betonului în operă. După turnare se va netezi suprafaţa cubului cu o riglă metalică. Tiparul va fi şters la exterior de betonul care s-ar fi putut eventual scurge. Se cîntăreşte tiparul plin cu beton şi se determină volumul - V al tiparului, în litri.

Densitatea aparentă va fi dată de formula:

$$\rho_a = \frac{m_2 - m_1}{V} \text{ kg/m}^3$$

în care:

m_2 - greutatea, în kg, a tiparului plin cu beton;
m_1 - greutatea, în kg a tiparului gol;
V - volumul tiparului, în m^3;
V = o,oo8 m^3 pentru 1 cub cu latura de 2o x 2o cm.

Rezultatul este media cîntăririi a trei corpuri de probă.

Exemplu. Greutatea tiparului + beton.....33,5oo kg
Greutatea tiparului.....14,25o kg
Greutatea betonului.....19,28o kg

$$\rho_a = \frac{19,2oo}{o,oo8} = 24lo \text{ kg/m}^3$$

5. Determinarea dozajului real în ciment.

Prin conţinut sau dozaj real de ciment se înţelege cantitatea de ciment în kg, care există efectiv în 1 m^3 de beton proaspăt.

Dozajul real trebuie determinat la începutul lucrării şi apoi pentru verificare, ori de cîte ori se produce o modificare în componenţii care intră în alcătuirea betonului sau în modul de punerea sa în lucrare.

Determinarea dozajului real de ciment se face printr-un calcul simplu, la începutul lucrării, pe baza datelor care rezultă din încercarea preliminară, iar în timpul execuţiei ei, pe baza cantităţilor de materiale introduse în betonieră, la o şarjă.

Pentru calculul dozajului în ciment trebuiesc cunoscute cantităţile de materiale componente ale betonului, exprimate în kg şi densitatea aparenta a betonului în kg/m^3

Deoarece pe şantiere numai cimentul intră în amestec în greutate, în timp ce agregatele se măsoară în volume, va trebui să se cunoască, pentru determinarea dozajului real în ciment şi densitatea în grămadă a agregatelor, în starea în care ele sînt introduse în betonieră.

Exemplu: Se presupune că la confecţionarea unui beton s-au folosit:

- 2oo kg ciment;
- 5oo l pietriş cu densitatea în grămadă în stare afînată de 15oo kg/m^3;
- 3oo l nisip cu densitatea în grămadă în stare afînată de looo kg/m^3;
- loo l apă de amestecare.

In greutate, în amestecul de beton, componenţii de mai sus vor intra în următoarele cantităţi:

- ciment..... 2oo kg
- pietriş 5oo x 1,5 .....75o kg
- nisip 3oo x 1,6.....48o kg
- apă.....loo kg

TOTAL 153o kg

In amestec, cimentul intră în proporţie de $\frac{2oo}{153o} .loo =$

$= 13,07\ \%$

Dacă densitatea aparentă a betonului proaspăt este de 24oo kg/m^3 atunci dozajul real în ciment este $c = 13,07. \frac{24oo}{loo} =$ $= 313\ kg/m^3$.

Dozajul se consideră bun dacă abaterea faţă de dozajul prescris nu depăşeşte $\pm$ 5 %.

6. Conţinutul în apă de amestecare.

Cantitatea de apă conţinută într-un amestec de beton este constituită după cum s-a mai arătat atît din apă de

amestecare introdusă, cît şi din cea datorită umidităţii naturale a agregatelor.

Fiind unul din factorii principali care influenţează rezistenţa betonului, cantitatea de apă totală nu se exprimă de obicei în kg ci prin valoarea raportului dintre greutatea apei şi cea a cimentului din amestec. Această valoare poartă numele de raport apă - ciment şi se notează a/c.

Determinarea sa, ca şi aflarea dozajului real în ciment, implică o perfectă cunoaştere a tuturor componenţilor care intră în alcătuirea betonului.

In beton, apa de amestecare îndeplineşte două roluri:

- ia parte la reacţia de hidratare a cimentului în urma căreia se produce întărirea hidraulică;

- influenţează consistenţa betonului proaspăt, făcîndu-l mai fluid sau mai vîrtos, după cum excesul de apă peste cantitatea necesară hidratării cimentului este mai mare sau mai mică. Pentru hidratare un ciment are nevoie de cel mult 25 % apă din greutatea sa, în timp ce în betoanele obişnuite cele mai sărace în apă, aceasta se găseşte în proporţie de 35 % faţă de ciment; deci, totdeauna cantitatea de apă de amestecare depăşeşte cantitatea de apă necesară hidratării cimentului.

Acest exces de apă se pierde cu timpul prin evaporare, lăsînd în urma sa pori şi canale capilare.

Influenţa cantităţii apei de amestecare asupra consistenţei şi lucrabilităţii betonului este foarte importantă. Dacă apa este în cantitate prea mare, se produce o separare a ei sau o segregare a granulelor mari din agregate. Dacă este în cantitate prea mică, betonul proaspăt va fi prea uscat, rigid; la îndesare cu mijloace obişnuite va da o masă cu goluri, iar la îndesare cu mijloace energice va da randament scăzut.

Rezultă din aceasta că în toate cazurile cantitatea de apă trebuie să varieze între anumite limite pentru obţinerea consistenţei dorite a betonului fără a dăuna lucrabilităţii.

Rezistenţele mecanice ale betonului scad o dată cu creşterea raportului a/c datorită faptului că excesul de apă evaporîndu-se din beton, lasă în masa acestuia pori de acelaşi volum

cu acela al apei evaporate şi cu cît structura betonului este mai poroasă cu atît scad rezistenţele sale mecanice.

Influenţa raportului a/c se manifestă şi asupra rezistenţei la întindere din încovoiere cît şi asupra rezistenţei la uzură, în acelaşi sens ca şi asupra rezistenţei la compresiune.

Gradul de impermeabilitate a betonului se măreşte cînd raportul a/c scade pînă la o anumită limită (a compactităţii maxime). Acest fenomen este în legătură cu prezenţa porilor care rămîn în beton atît în cazul excesului de apă, cît şi în lipsa cantităţii de apă necesară unei bune lucrabilităţi.

Contracţia la uscare depinde în cea mai mare măsură de raportul a/c. Cu cît acesta este mai mare cu atît contracţia va fi mai puternică şi cu atît mai periculoasă cu cît prin mărirea lui a/c, rezistenţa la întindere a betonului scade, deci pericolul la fisurare creşte.

Sensibilitatea betonului la gelivitate este şi ea legată de raportul a/c. Golurile rămase prin întrebuinţarea unor cantităţi fie prea mari, fie prea mici de apă de amestecare, constituie căile de atac ale apei care prin îngheţare produce fisurile şi exfolierile betonului întărit.

Determinarea compoziţiei betonului proaspăt.

Această analiză se execută în laboratorul de şantier atunci cînd se controlează dacă prescripţiile indicate pentru alcătuirea amestecului proaspăt au fost respectate la betonieră.

Această determinare implică cunoaşterea în prealabil a granulozităţii agregatului, determinată conform STAS 1667-5o.

Din betonul ce intră în mod normal în lucrare se ia o probă medie de cel puţin 3o kg; din această probă medie se iau 5 kg cîntărite exact la care se determină cantitatea de apă.

Pentru aceasta se încălzeşte betonul într-o tavă nesmălţuită, încălzirea făcîndu-se la o flacără puternică şi agitînd cu o lingură pînă la uscare. Se cîntăreşte materialul. Cantitatea de apă este dată de relaţia:

$$\% \text{ Apă} = \frac{5000 - G}{5000} \cdot 100$$

în care:

5000 - cantitatea inițială de beton, în grame;

G - greutatea materialului uscat, în grame.

Rezultatul va fi dat de media a două determinări.

Se ia altă probă de beton tot de 5 kg și se supune la spălare pe sita cu țesătură de sîrmă nr. 02 STAS 1077-50.

Pentru a se împiedica o eventuală deteriorare a sitei care nu ar putea să suporte o asemenea greutate se pun deasupra ciururile din tablă perforată nr. 1 și nr. 7 (STAS 1078-50) spre a reține fracțiunile mai mari.

Spălarea se face pînă cînd apa de spălare rămîne limpede. Partea rămasă pe ciururi și site se șterge cu precauție, fără a se pierde nimic, se trece în tava nesmălțuită și se usucă după cum s-a arătat mai sus.

Se cîntărește materialul uscat. Se repetă operația în condiții absolut identice.

Cantitatea de agregate din beton este dată de relația:

$$\% \text{ Agregate} = \frac{100}{5} \cdot \frac{100\ P}{100 - a}$$

în care:

P - cantitatea de agregate obținută din media celor două determinări, în kg;

a - fracțiunea sub 0,2 mm conținută inițial de agregat, în procente;

5 - cantitatea de beton luată pentru determinare, în kg.

Cantitatea de ciment din beton este dată de relația:

$$\% \text{ Ciment} = 100 - (\% \text{ apă} + \% \text{ agregate})$$

Pentru raportarea la m^3 de beton se consideră densitatea aparentă a betonului proaspăt (ρ_a) determinată, cantitățile procentuale raportîndu-se la această greutate:

$$\text{Apă, kg/mc} = \frac{\%\ \text{apă}}{100}$$

$$\text{Agregat, kg/mc} = \frac{\%\ \text{agregat}}{100}$$

$$\text{Ciment, kg/mc} = \frac{\%\ \text{ciment}}{100}$$

Exemplu - de determinare a compoziţiei betonului proaspăt.

S-a determinat compoziţia betonului proaspăt, cunoscîndu-se că fracţiunea sub o,2 mm conţinută iniţial în agregate a fost de 7 %.

Determinarea cantităţii apei de amestecare:

Cantitatea de beton iniţială..... 500 g

Greutatea materialului uscat..... G = 4575 g

$$\%\ \text{apă} = \frac{5000 - 4575}{5000} \cdot 100 = 8{,}5\ \%$$

Determinarea cantităţii de agregate din beton:

Cantitatea de apă iniţială..... 5000 kg

Greutatea materialului uscat.....p = 3673 kg

Fracţiunea sub o,2 mm conţinută,

iniţial în agregate..... a = 7 %

$$\%\ \text{agregate} = \frac{100}{5} \cdot \frac{100 \times 3673}{100 - 7} = 79\ \%$$

Determinarea cantităţii de ciment din beton:

Cantitatea de apă..... 8,5 %

Cantitatea de agregate..... 79 %

ciment % = 100 - (8,5 + 79) = 12,5 %

Raportarea la m^3 beton:

Densitatea aparentă a betonului = 2400 kg/m^3

$$\text{apă kg/m}^3 = \frac{8{,}5 \cdot 2400}{100} = 204 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{agregate kg/m}^3 = \frac{79 \cdot 2400}{100} = 1896 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{ciment kg/m}^3 = \frac{12{,}5 \cdot 2400}{100} = 300 \text{ kg/m}^3$$

apă + agregate + ciment = beton
204 + 1896 + 300 = 2400 kg/m^3

Scanned with OKEN Scanner

F. ÎNCERCĂRI ASUPRA BETONULUI ÎNTĂRIT.

Asupra epruvetelor de beton întărit se pot face următoarele încercări:

- densitatea specifică aparentă;
- compactitatea;
- rezistenţa la compresiune;
- rezistenţa la întindere;
- rezistenţa la întindere prin despicare;
- rezistenţa la compresiune din încovoiere;
- contracţia la uscare;
- permeabilitatea la apă;
- comportarea la acţiunea îngheţului şi desgheţului repetat;
- deformările sub sarcină.

Determinarea densităţii şi a compactităţii betonului întărit.

Determinările se fac: pe epruvete cubice, prismatice sau cilindrice, confecţionate din beton proaspăt în vederea determinării rezistenţelor la compresiune, pe epruvete din bucăţi de beton extrase din elemente de beton întărit, sau pe bucăţi de beton rezultate cu ocazia încercării la compresiune, prin sfărîmarea epruvetelor cubice sau cilindrice.

Densitatea ρ se determină pe o probă de beton care se macină fin. Determinarea volumului materialului rezultat se face prin metoda picnometrului (vezi lucrarea "Incercări fizice la piatră") iar masa se determină prin cîntărire.

Determinarea densităţii aparente.

Determinarea se efectuează pe epruvete cubice, prismatice sau cilindrice.

Epruvetele se cîntăresc la balanţă determinîndu-se masa m în g.

Volumul aparent al epruvetelor se determină prin măsurarea directă a laturilor cu şublerul, cu o precizie de 1 mm.

La epruvetele în formă de cub sau prisme (fig. 124) se măsoară toate muchiile.

$V_a = a.b.h$

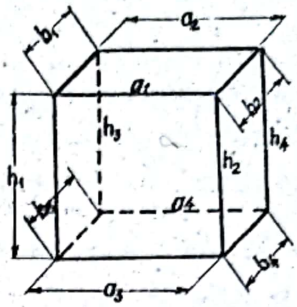
în care:

$-V_a$ = volumul aparent al epruvetei, în cm^3.

$a = 1/4(a_1+a_2+a_3+a_4)$, în cm.

$b = 1/4(b_1+b_2+b_3+b_4)$, în cm.

$c = 1/4(c_1+c_2+c_3+c_4)$, în cm.



MĂSURAREA DIMENSIUNILOR EPRUVETEI CUBICE

Fig. 124.

Prin faptul că determinarea se face mai înainte de încercare deci după 28 zile de întărire, dintre care 21 în aer liber, betonul pierde o bună parte din excesul de apă de amestecare, îşi reduce în mod simţitor densitatea specifică aparentă şi se apropie de aceea pe care o are în elementul de construcţie. Pentru betoanele de aceeaşi consistenţă, această reducere este cu atît mai mare, cu cît dozajul în ciment este mai redus.

Densitatea specifică aparentă se determină pe trei epruvete, luîndu-se ca rezultat media aritmetică a densităţilor specifice aparente ale celor trei epruvete.

Densitatea aparentă ρ_{ap} pentru epruvetele cubice sau prismatice este egală cu:

$$\rho_{ap} = \frac{m}{V_a} \quad kg/m^3$$

<u>Determinarea compactităţii</u>.

Prin compactitatea betonului întărit se înţelege raportul dintre densitatea aparentă ρ_{ap} şi densitatea ρ, a betonului întărit. Compactitatea se calculează cu formula:

$$C = \frac{\rho_{ap}}{\rho} \cdot 100$$

în care:

C - compactitatea betonului întărit, în procente

ρ_{ap} - densitatea aparentă a betonului întărit, în g/cm^3

ρ - densitatea betonului întărit, în g/cm^3.

Principala cale pentru mărirea compactităţii pietrei de ciment şi a betonului se face prin:

- alegerea unor curbe de granulozitate bună;
- reducerea raportului a/c;
- asigurarea unui dozaj de ciment corespunzător(cu cel puţin 250 kg ciment la m^3 beton);
- o bună îndesare;
- păstrarea umidităţii în timpul întăririi;
- alegerea unui ciment de calitate superioară şi avînd contracţii mici;
- folosirea adausurilor plastifiante.

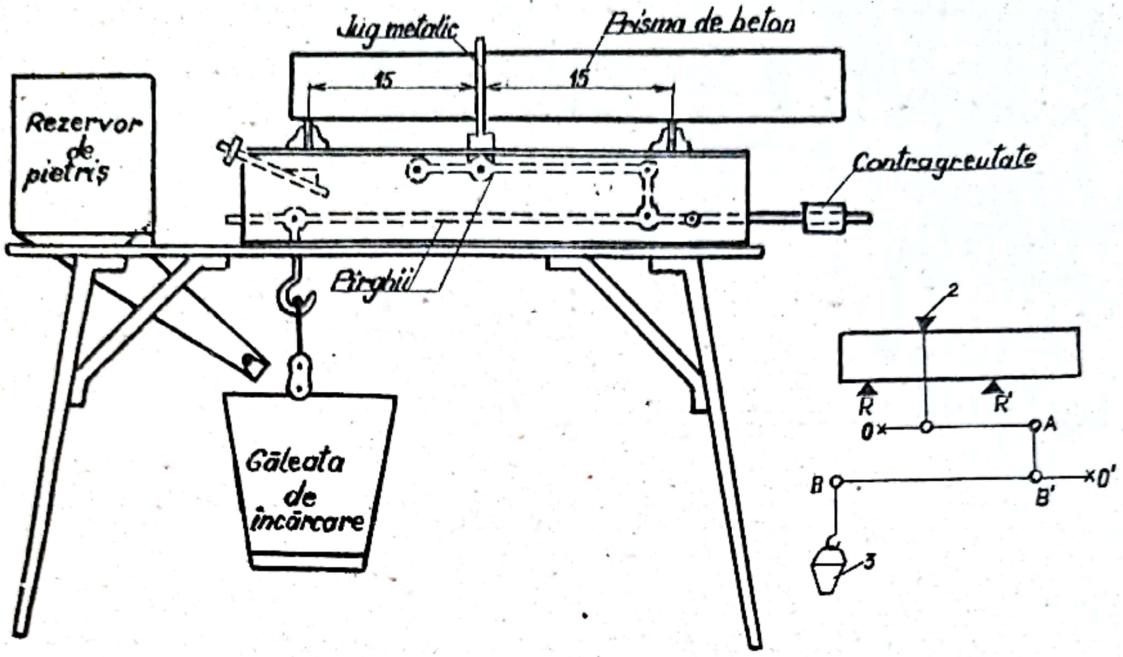
Din cauza naturii lianţilor hidraulici folosiţi la betoane, nu se poate realiza un beton absolut compact. Deshidratarea gelurilor liantului întărit şi adeziunea lui slabă faţă de granulele agregatului cu faţa netedă face ca betonul să reprezinte totdeauna un sistem microporos şi microfisurat. In mod convenţional, un beton se consideră compact cînd porozitatea sa totală este cuprinsă între 5-7 %. Cînd porozitatea totală depăşeşte 7 %, betonul trebuie considerat poros.

Determinarea rezistenţei la întărire din încovoiere.

Grinzile de beton simplu supuse încovoierii au o rupere casantă, se produce brusc, o dată cu apariţia primelor fisuri.

Determinarea rezistenţei la tracţiune din încovoiere se face pe prisme de 10 x 10 x 55 cm numai pentru betoanele a căror dimensiune maximă de agregat nu depăşeşte 30 mm şi au consistenţa plastică. Pentru determinarea rezistenţei la

întindere din încovoiere se foloseşte maşina de încercat prisme al cărei principiu de funcţionare este arătat în fig. 125.



Aparat pentru ruperea prismelor

Fig.125.

Prisma 1 se introduce prin cadrul de oţel 2 şi se reazemă în punctul R, R', la distanţă de 3o cm unul de altul, reazemul R fiind la 3 cm de capătul prismei. Cadrul 2 este articulat la un sistem de pîrghii destinat a multiplica de 66 ori sarcina care se va transmite prismei. Prima pîrghie are punctul de reazem în O şi a doua în O'. In punctul B este articulat un cîrlig de care se atîrnă găleata 3 în care se introduce în fir continuu apă, sau pietriş mărunt pînă la ruperea prismei.

Sarcina P, acţionează la jumătatea distanţei dintre reazeme (fig. 126) şi se exercită perpendicular pe direcţia de turnare a betonului în matriţă. După rupere, restul mare de prismă se încearcă încă o dată la încovoiere în aceleaşi condiţii astfel că pe fiecare prismă se obţin două valori pentru

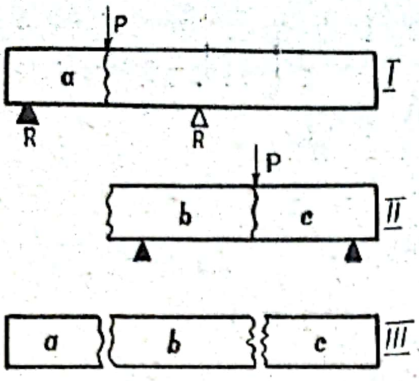


Fig.126.

rezistenţa la întindere din încovoiere.

Pe cele trei resturi de prismă rezultate (fig. 126 III) se poate determina rezistenţa la compresiune, după cum se va arăta mai departe.

Datorită solicitării la încovoiere, betonul s-a rupt în porţiunea unde au apărut întinderi maxime. Rezistenţa maximă la tracţiune din încovoiere (R_{ti}) se calculează cu formula lui Navier:

$$R_{ti} = \frac{M}{W} \text{ kgf/cm}^2$$

unde:

M - momentul încovoietor maxim, kgf.cm
W - modulul de rezistenţă al grinzii, cm^3

Pentru schema de încărcare dată şi pentru dimensiunile specificate ale grinzii, se obţine:

$$R_{ti} = 66 \frac{3 \cdot 5}{4} \cdot \frac{P \cdot l}{b \cdot h^2} \text{ kgf/cm}^2$$

în care:

P - este greutatea găleţii cu pietriş
l - distanţa dintre reazeme (3o cm)
b - lăţimea prismei (1o cm)
h - înălţimea prismei (1o cm)

Formula de mai sus devine:

$$R_{ti} = 1,716\ P \text{ kgf/cm}^2$$

Rezistenţa la tracţiune din încovoiere la beton se mai poate determina în mod asemănător pe prisme de 2ox2o x 6o cm,

sau prisme de 4 x 4 x 16, încercate la aparatul Frühling - Michaelis (vezi lucrarea "Incercări mecanice la ciment").

In lipsa aparatului arătat în fig. 125 se poate construi pe şantier următorul dispozitiv(fig.127). Pe o capră solidă de lemn 1, se fixează pîrghia cu braţe neegale A B, cu punctul de reazem în C.

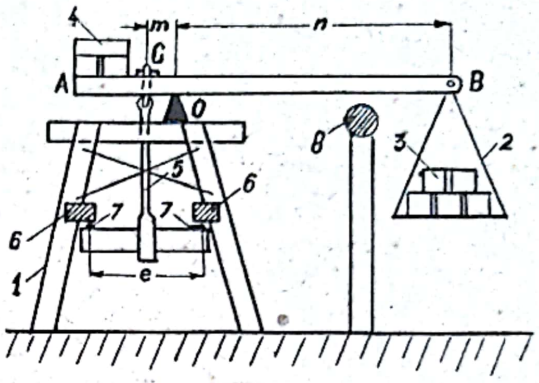


Fig. 127.

La capătul braţului lung se atîrnă platanul 2, pe care se pun în timpul încercării greutăţile 3, iar la capătul braţului scurt se pun greutăţile 4 spre a echilibra şi a aduce în poziţia orizontală pîrghia împreună cu platanul. In punctul C este trecut prin pîrghie un cîrlig de care este fixată tija 5 împreună cu cadrul care va exercita forţa asupra epruvetei prismatice. Tija împreună cu cadrul se poate executa din oţel-beton de cel puţin 2o mm diametru, avînd grijă ca partea cadrului care se aplică pe prismă să fie dreaptă.

Pe capră se fixează două traverse de lemn 6 pe care se găsesc legate două bucăţi de oţel beton de 2o mm diametru 7 care constituiesc reazemele pentru prisma de beton. Capra va fi astfel construită încît între reazeme să nu fie o distanţă mai mare de 48 cm.

La încercare, pe faţa superioară a prismei se trasează două linii, care reprezintă locurile de rezemare şi o linie la mijlocul distanţei dintre aceste linii, care arată locul unde se aşează cadrul tijei. Se aduce apoi pîrghia în poziţie orizontală şi se întoarce prisma cu faţa netezită lateral, se introduce prin cadru, se apasă uşor pîrghia spre a produce aşezarea pe reazeme şi apoi se începe încărcarea treptată a platanului cu cărămizi sau alte greutăţi, care se aşează încet, fără a produce şocuri asupra prismei.

Cînd s-a ajuns la rupere, se cîntăresc greutăţile puse pe platan, acestea reprezentînd sarcina P, care înmulţită cu amplificarea dată de sistemul de pîrghii, reprezintă forţa care a produs ruperea. Pentru ca pîrghia să nu se dea peste cap la rupere, aproape de locul de atîrnare al platanului se aşează suportul 8, care nu permite o oscilare mare a pîrghiei. Rezistenţa la întindere din încovoiere se calculează cu ajutorul formulei:

$$R_{ti} = \frac{3,5}{4} \cdot \frac{Pl}{bh^2} \cdot \frac{n}{m} \quad \left[kgf/cm^2\right]$$

în care:

p --este greutatea materialului pus pe platan

l - distanţa dintre reazemele 3, 7' (măsurată între axele barelor de oţel - beton)

b - lăţimea prismei (lo cm)

h - înălţimea prismei (lo cm)

n şi m - sînt braţele pîrghiei aşa cum sînt arătate în fig. 127.

Dacă se înlocuiesc b şi h cu valorile lor numerice, formula devine:

$$R_{ti} = o,ooo875\ Pl \cdot \frac{n}{m} \quad \left[kgf/cm^2\right]$$

Pentru fiecare determinare se folosesc trei prisme, aşa că rezultatul încercării este dat de media aritmetică a celor trei rezultate parţiale. Din rezistenţa la întindere din încovoiere se poate calcula rezistenţa la întindere directă cu ajutorul relaţiei:

$$R_t = \frac{R_{ti}}{1,7} = o,59 \cdot R_{ti}$$

iar între rezistenţa la întindere şi marca betonului există relaţia aproximativă arătată în tabelul nr. 97.

Tabelul 97

R_t	10	13	16	18	21	25
Marca betonului	B_{100}	B_{150}	B_{200}	B_{250}	B_{300}	B_{400}

Rezistenţa la compresiune

Rezistenţa de rupere la compresiune se determină pe:
- epruvete cubice cu latura de 10, 20 şi 30 cm.
- epruvete prismatice cu dimensiunile: 4 x 4 x 16;
10 x 10 x 55 şi 20 x 20 x 60 cm
- epruvete cilindrice cu suprafaţa bazei de 100 şi 200 cm^2 şi cu înălţimea egală cu de două ori diametrul bazei
- grinzi pentru betonul armat de 9 x 12 x 150 cm.

Epruvetele se confecţionează din beton proaspăt sau sînt extrase din beton întărit prin diferite mijloace şi prelucrate.

Dimensiunile epruvetelor sînt funcţie de:
- mărimea maximă a granulei de agregat;
- consistenţa betonului (vîrtos, plastic, fluid);
- mijloacele de îndesare de pe şantier.

In cazul epruvetelor cubice, dimensiunea maximă a granulei de agregat nu trebuie să depăşească 1/4 din latura cubului; cilindrii mici sînt pentru betoane cu granula maximă de agregat de cel mult 3 cm, iar cilindrii mari pentru betoanele cu granula maximă de agregat de cel mult 4 cm; în cazul prismelor şi grinzilor, granula maximă de agregat nu trebuie să depăşească 1/3 din cea mai mică dimensiune a epruvetelor.

A doua regulă de care trebuie să se ţină seama la confecţionarea epruvetelor este felul de îndesare a betonului pe şantier, care trebuie reprodus cît mai apropiat de practică la confecţionarea epruvetelor din betonul luat direct de la staţia de fabricare a betonului.

Luarea probei medii se ia de la începutul, mijlocul şi sfîrşitul şuvoiului de beton care curge din toba betonierei, deoarece betonul nu iese cu o compoziţie constantă la golirea tobei; la început curge din betonieră un amestec mai bogat în suspensie apoasă de ciment iar la sfîrşit un amestec mai bogat în agregat mare.

Cele trei probe parţiale de beton se iau în cantităţi corespunzătoare spre a obţine un total de 8o - loo kg beton. Proba obţinută se omogenizează imediat prin amestecare într-o tavă. Din betonul astfel omogenizat se vor confecţiona epruvetele.

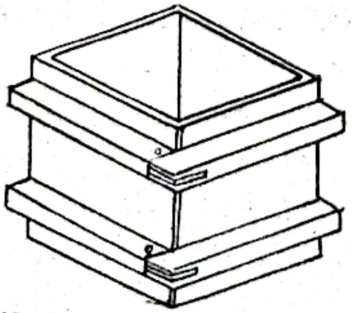
Dacă pe şantier betonul se îndeasă manual şi epruvetele se vor îndesa tot manual, dar modul de lucru variază în funcţie de consistenţa betonului. Dacă pe şantier betonul se îndeasă mecanic, în laborator îndesarea se va face cu ajutorul mesei vibrante, folosirea pervibratoarelor fiind interzisă.

Tiparele pentru epruvetele de beton.

Epruvetele cele mai des întrebuinţate sînt acelea de formă cubică.

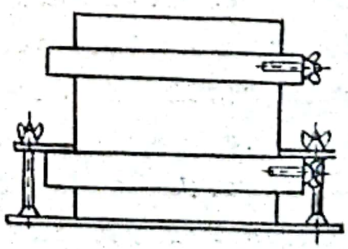
Aceste epruvete se confecţionează în tipare metalice demontabile.

La cuburile cu latura de 2o şi 3o cm, cele patru feţe laterale ale cubului sînt legate două cîte două prin brîuri metalice, prinse la muchie cu buloane, aceste feţe se îmbină între ele cu ajutorul unor şuruburi cu care sînt prevăzute brîurile metalice şi apoi se fixează cu alte două şuruburi pe placa de bază, care formează fundul tiparului (fig. 128 şi b).



TIPAR PENTRU CUBURI DE BETON (FEŢELE LATERALE)

(a)



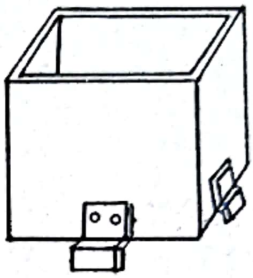
TIPAR PENTRU CUBURI DE BETON MONTAT PE PLACA DE BAZĂ

(b)

Fig. 128

La umplerea tiparului cubic cu beton se folosesc rame prelungitoare, a căror latură interioară de bază este mai mică decît latura interioară a cubului, cu 1 mm, pentru ca atunci cînd se îndeasă betonul în tipare să nu se lovească cu maiul muchiile de sus ale tiparelor. Ramele prelungitoare se fixează pe tipare cu ajutorul aripioarelor arătate în fig. 128 c.

Toate tiparele se fac din plăci de oţel de 8 mm grosime, iar ramele prelungitoare din plăci de oţel de 4 mm grosime.



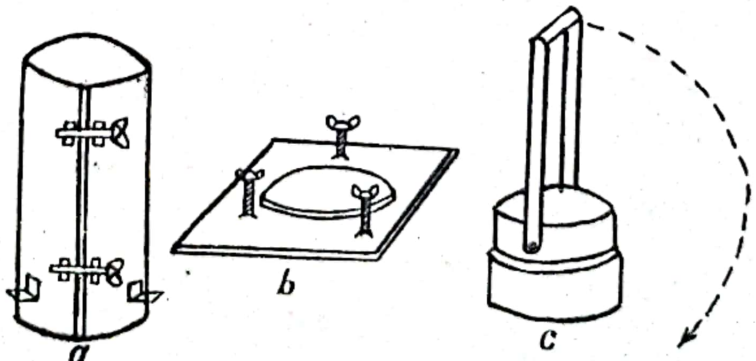
RAMĂ PRELUNGITOARE PENTRU TIPARE CUBICE

Fig. 128 c.

Tiparele pentru epruvete cilindrice sînt alcătuite din trei părţi:

- un corp tubular format din ţeavă de oţel tăiată după o generatoare, care permite o deschidere de 2 mm, necesară pentru decofrarea epruvetei întărite (fig. 129 a); cu ajutorul a două şuruburi mobile, corpul tubular poate fi strîns spre a închide tăietura de-a lungul generatoarei; corpul tubular mai este prevăzut spre bază cu trei aripioare laterale la 120° una de alta cu ajutorul cărora se fixează pe placa de bază.

- o placă de bază prevăzută cu o parte proeminentă circulară, care va forma baza cilindrului şi cu trei şuruburi pentru fixarea corpului tubular (fig. 129 b).

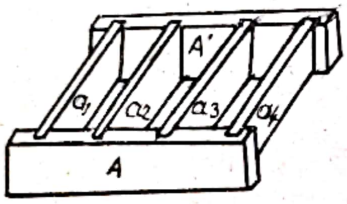


CORP TUBULAR DIN ŢEAVĂ DE OŢEL PENTRU DECOFRAREA EPRUVETEI ÎNTĂRITE

Fig. 129.

- o ramă prelungitoare prevăzută cu manşon, cu care se îmbină cu corpul tubular şi cu un mîner care poate oscila în jurul punctelor sale de legătură (fig.129 c) şi serveşte la ciocnirea corpului tubular spre a îndesa betonul în tipar.

Tiparele pentru prismele de 4 x 4 x 16 cm sînt alcătuite din două plăci frontale, A, A' (fig. 130) în care se îmbină patru pereţi despărţitori a_1 - a_4, astfel încît într-un tipar se toarnă trei epruvete prismatice. Acest tipar se fixează pe o placă de bază, iar deasupra se aşează un cadru de turnare, care serveşte la umplerea tiparelor.



TIPAR PENTRU PRISMELE DE 4x4x16cm

Fig. 130

Tiparele pentru prismele de lo x lo x 55 cm sînt alcătuite din două plăci dreptunghiulare de lo x 61 cm, care formează feţele laterale ale prismei şi două plăci de lo x lo cm, prevăzute cu corniere cu aripi egale de 3 cm, care formează feţele frontale ale prismei (fig. 131 a).

Plăcile laterale au fixate în lungul lor, pe faţa externă, cîte un oţel cornier spre a le rigidiza şi a le împiedica să se curbeze la îndesarea betonului.

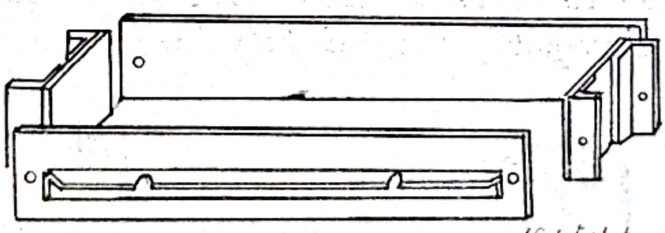
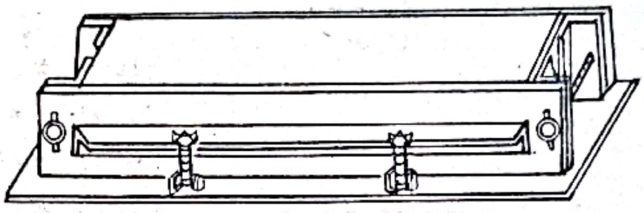

TIPAR PENTRU PRISME DE 55x10x10 cm (feţele laterale)

Fig. 131.a.

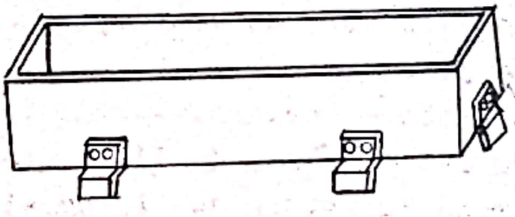
Feţele tiparului se îmbină între ele cu ajutorul a două şuruburi lungi şi prin alte patru şuruburi se fixează pe placa de bază (fig. 131 b). Ca şi în cazul tiparelor pentru cuburi,

la umplerea tiparelor se foloseşte o ramă prelungitoare de 10 cm înălţime (fig. 131 c). Tiparele pentru grinzile de beton armat sînt construite în acelaşi fel ca şi prismele de 10 x 10 x 55 cm, cu deosebire că feţele laterale sînt rigidizate cu cîte două corniere paralele, iar fixarea pe placa de bază se face cu opt şuruburi, cîte patru de fiecare parte. La confecţionarea grinzilor armate nu se foloseşte ramă prelungitoare.



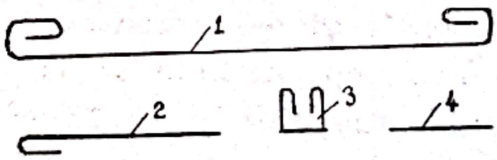
(b)

TIPAR PENTRU PRISME DE 55x10x10CM MONTAT PE PLACA DE BAZĂ.



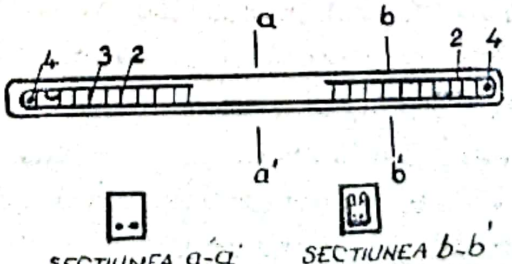
(c)

RAMA PRELUNGITOARE PENTRU TIPARE DE PRISME



(d)

BARELE DE ARMATURI PENTRU GRINZILE DE BETON ARMAT.



(e)

ASEZAREA ARMATURII ÎN TIPARELE PENTRU GRINZI DE BETON ARMAT.

Fig. 131

Pentru armare se folosesc patru tipuri de bare arătate în fig. 131 d cu caracteristicile din tabelul nr. 98, care se aşează în tipar după cum este arătat în fig. 131 e.

Tabelul 98

Bara	Diametrul barei mm	Numărul barelor	Lungimea mm
1	14	2	2300
2	8	4	460
3	6	22	328
4	14	2	70

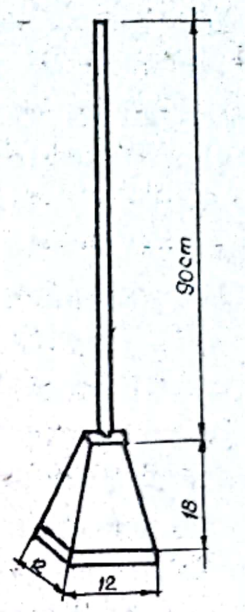
Confecţionarea epruvetelor din beton vîrtos prin îndesare manuală.

Epruvetele cubice cu latura de 20 cm se confecţionează în cazul cînd mărimea maximă a granulei de agregat nu depăşeşte 50 mm. Dacă se foloseşte un agregat mai mare se confecţionează epruvete cubice cu latura de 30 cm.

Pentru confecţionarea epruvetelor cubice din beton vîrtos se foloseşte un mai de fontă de 12 kg greutate, cu suprafaţa de batere pătrată cu latura de 12 cm şi de forma şi dimensiunile arătate în fig. 132.

Modul de lucru este următorul: din proba medie de beton se ia materialul cu scafa şi se introduce în tiparul pentru cuburile cu latura de 20 cm, un prim strat de 12 cm grosime. Se nivelează suprafaţa stratului şi se îndeasă betonul de-a lungul pereţilor, împingînd mistria de sus în jos, aşa cum se arată în fig. 133 a; operaţia aceasta trebuie făcută cu atenţie mai ales de-a lungul muchiilor tiparului, spre a evita aglomerări de granule neînglobate în pasta de mortar sau formarea de goluri. Se pune apoi rama prelungitoare şi se începe baterea cu maiul, care se lasă să cadă liber de la 15 cm înălţime, alunecînd de-a lungul muchiilor ramei şi tiparului. De-a lungul fiecărei muchii a tiparului se dau cîte trei lovituri şi operaţia se repetă încă o dată, aşa că stratul de beton primeşte 3 x 4 x 2 = 24 lovituri. Ordinea în care se dau loviturile este arătată în fig. 133 b şi fig. 133 c.

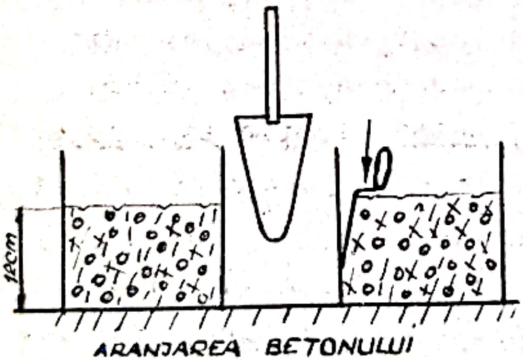
După terminarea îndesării se zgîrîie suprafaţa stratului de beton cu mistria pentru a uşura aderenţa stratului următor şi apoi se toarnă al doilea strat, procedîndu-se la fel ca şi în cazul primului strat. Se ridică rama prelungitoare şi se îndepărtează excesul de beton cu ajutorul unei rigle metalice şi apoi se netezeşte suprafaţa cu mistria plană.



MAI STANDARD PENTRU BETOANE VIRTOASE.

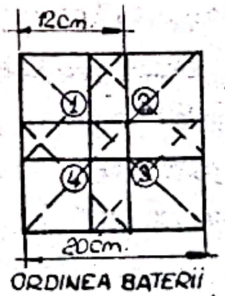
Fig. 132.

Epruvetele cubice cu latura de 30 cm se toarnă tot în două straturi cu deosebirea că grosimea stratului este de 18 cm, maiul este lăsat să cadă de la 25 cm şi fiecare strat este îndesat cu 3 x 9 x 2 = 54 lovituri, date în ordinea arătată în fig. 133 c.



ARANJAREA BETONULUI IN TIPAR CU MISTRIA.

Fig. 133 a



ORDINEA BATERII CU MAIUL LA CUBURILE CU LATURA DE 20cm.

Fig. 133 b

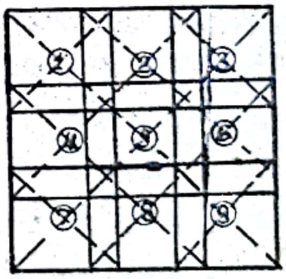

ORDINEA BATERII CU MAIUL LA CUBURILE CU LATURA DE 30cm.

Fig. 133 c

Epruvetele prismatice de 20 x 20 x 60 cm se confecţionează ca şi cuburile de 20 cm fiind considerate că ar fi formate din trei asemenea cuburi, aşa că fiecare strat de beton primeşte 24 x 3 = 72 lovituri.

Epruvetele cubice cu latura de 10 cm şi epruvetele prismatice de 10 x 10 x 55 cm se confecţionează tot din două straturi şi după ce se face îndesarea cu mistria de-a lungul pereţilor, îndesarea stratului se execută prin împungerea cu o bară de oţel cu diametrul de 16 mm şi cu vîrful rotunjit. La primul strat de beton bara de oţel trebuie să atingă fundul tiparului iar numărul de împungeri este de 12 pentru epruvetele cubice şi 65 pentru cele prismatice.

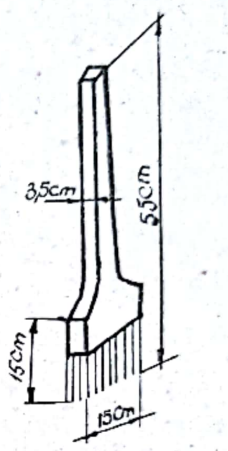
La al doilea strat de beton, bara trebuie să pătrundă 2 - 3 cm în primul strat, iar numărul de împungeri este de 18, respectiv 100. Imediat după terminarea împungerilor se îndepărtează excesul de beton şi se netezeşte suprafaţa epruvetelor ca şi în cazurile precedente.

Epruvetele cilindrice se confecţionează în trei straturi, grosimea straturilor fiind de 10 cm pentru cele mici şi 15 cm pentru cele mari. Indesarea de-a lungul pereţilor se face cu o mistrie iar îndesarea fiecărui strat se face prin 25 de împungeri cu bara metalică de 6 mm diametru. Se continuă îndesarea, lăsînd să cadă pe corpul tubular mînerul ramei prelungitoare, pînă ce la suprafaţa betonului apare laptele de ciment. Apoi se scoate rama prelungitoare, se îndepărtează excesul de beton şi se netezeşte suprafaţa cu mistria. Din beton vîrtos nu se confecţionează prisme de 4 x 4 x 16 cm.

<u>Confecţionarea epruvetelor din beton plastic sau fluid prin îndesare manuală</u>.

Pentru toate epruvetele cubice şi prismele de 10 x 10 x 55 cm şi 20 x 20 x 60 cm modul de lucru este acelaşi. Tiparele sînt prevăzute de la început cu ramele prelungitoare, sînt umplute cu beton, cu ajutorul unei scafe. Umplerea se face într-un singur strat care trebuie să depăşească cu 1-2 cm marginea superioară a tiparului. Betonul este îndesat cu mistria şi apoi tiparul se ciocăneşte uşor pe dinafară cu un ciocan de lemn de 250 g greutate. Se îndepărtează după o jumătate de oră ramele prelungitoare, se rade excesul de beton cu ajutorul unei rigle metalice şi se netezeşte suprafaţa cu mistria.

Epruvetele prismatice de 4 x 4 x 16 cm se toarnă de asemenea într-un singur strat, care se îndeasă cu lo lovituri cu un mai de lemn de 750 g, căptuşit la partea inferioară cu tablă de alamă (fig. 134). Maiul se lasă să cadă liber de la marginea superioară a cadrului de turnare. Acesta se îndepărtează imediat după terminarea îndesării, excesul de beton se netezeşte uşor cu o spatulă, iar îndepărtarea lui şi netezirea feţei superioare a prismelor, se face tot după o jumătate de oră, ca şi în cazurile precedente.



MAI DE LEMN CAPTUŞIT LA PARTEA INTERIOARA CU TABLA DE ALAMA

Fig. 134.

Epruvetele cilindrice se toarnă în trei straturi, îndesarea lor făcîndu-se prin ciocănirea peretelui tiparelor cu ciocanul de lemn de 250 g, la fiecare strat.

După jumătate de oră se îndepărtează rama prelungitoare, iar îndepărtarea excesului de beton şi netezirea suprafeţei epruvetei se face ca şi în cazurile precedente.

Pentru confecţionarea epruvetelor din beton vîrtos prin <u>îndesare mecanică</u>, se foloseşte o masă vibrantă cu 3000 vibraţii pe minut. Tiparele prevăzute cu ramele prelungitoare se aşează pe masa vibrantă şi betonul se îndeasă cu mistria; cantitatea de beton introdusă trebuie să depăşească cu 2-3 cm marginea superioară a tiparelor. Se pune masa vibrantă în funcţiune şi se vibrează pînă cînd la suprafaţa betonului apare laptele de ciment. După vibrare se scot ramele prelungitoare şi se îndepărtează excesul de beton.

<u>Grinzile de beton armat</u> se confecţionează numai din betoane plastice sau fluide iar decofrarea se face după 5 zile de la confecţionare.

Epruvetele cubice şi cilindrice se decofrează după 24 ore de întărire, iar dacă marca betonului este mai mică decît B_{100}, după 48 ore.

După decofrare, epruvetele se aşează în bazine cu apă, astfel ca nivelul apei să depăşească cu cel puţin 2 cm faţa superioară a epruvetelor., sau se îngroapă în nisip menţinut permanent umed. Păstrarea în mediu umed durează 6 zile pentru epruvetele decofrate după 24 ore şi 5 zile, pentru acelea decofrate după 48 ore. Epruvetele sînt păstrate apoi în aer liber timp de 21 zile, la temperaturi de 2o°C şi umiditate relativă a aerului 65 %. Durata totală de întărire este 1 + 6 + 21 = 28 zile.

Determinarea rezistenţei la compresiune.

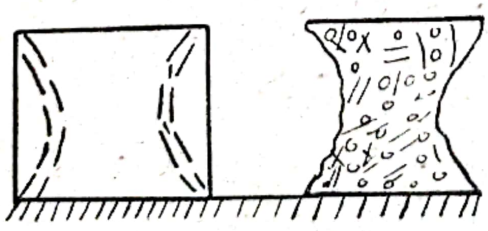
Determinarea acestei rezistenţe se face pe epruvete cubice, epruvete cilindrice sau pe resturile de prisme rămase de la determinarea rezistenţei la întindere din încovoiere.

Pentru încercarea epruvetelor cubice se foloseşte presa hidraulică cu sarcina de compresiune de 3oo t.

Epruveta se aşează astfel ca forţa să acţioneze perpendicular pe direcţia de turnare.

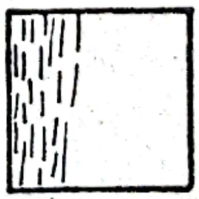
Sarcina la platan trebuie să crească cu 5 kgf/cm^2 pe secundă. In cazul epruvetelor cubice cu latura de 2o cm, sarcina totală trebuie să crească cu 5 x 4oo = 2ooo kgf/sec. iar în cazul epruvetelor cubice de 3o cm latură, sarcina totală trebuie să crească cu 5 x 9oo = 45oo kgf/sec.

Cînd încărcarea se apropie de sarcina de rupere, epruveta începe să fisureze, fisurile apar ca în fig. 135 a.



EPRUVETĂ CUBICĂ DE BETON SUPUSĂ LA INCERCARE

(a)



EPRUVETĂ CUBICĂ DEFECTUASĂ

(b)

Fig. 135

Dacă fisurile apar numai într-o parte (fig. 135 b), înseamnă că epruveta n-a avut feţele opuse perfect paralele iar sarcina totală a pistonului se exercită pe o parte a feţei epruvetei şi produce ruperea neuniformă , iar la calcul, sarcina totală se raportează la întreaga suprafaţă.

Rezistenţa la compresiune a betonului este dată de relaţia:

$$R_c = \frac{P}{A} \quad kgf/cm^2$$

în care:

P = sarcina de rupere citită pe cadranul presei în kgf/cm^2

A = suprafaţa secţiunii.

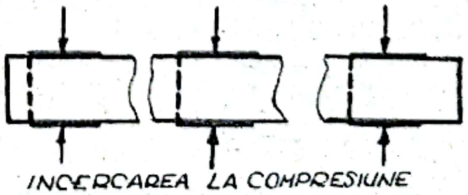
Pentru verificarea mărcii betonului se încearcă cel puţin 3 epruvete cubice cu latura de 2o cm sau pe 8 epruvete cilindrice cu diametrul de 159,6 mm, indicele de corelare fiind:

$$\frac{R_{cil}}{R_{cub}} = o,8$$

Rezultatul se rotunjeşte la 1 kgf/cm^2. Rezistenţa la compresiune se poate determina şi pe resturile de prisme de la determinarea rezistenţei la întindere din încovoiere.

Se aşează fiecare bucată de prismă pe rînd între platanele maşinii de încercat, între două plăci de oţel perfect plane cu faţa pătrată avînd latura de lo cm (fig. 136).

Plăcile se aşează pe feţele laterale ale prismei, exact una sub alta şi la mijlocul bucăţilor de prismă. La încercare se respectă toate regulile arătate la încercarea epruvetelor cubice. Rezultatul încercării este media aritmetică a şase rezultate parţiale;pentru a se obţine valori corecte, se



ÎNCERCAREA LA COMPRESIUNE A RESTURILOR DE PRISMĂ

Fig. 136.

elimină rezultatele care se abat cu mai mult de ± 10 % faţă de medie (maxim două rezultate).

Se face media aritmetică a celor patru rămase şi aceasta constituie rezultatul încercării.

Rezistenţa la îngheţ-dezgheţ - gelivitate.

Rezistenţa la îngheţ ÷ dezgheţ a betoanelor se determină pe cuburi cu latura de 20 cm. Incercările se execută în acelaşi mod ca şi la mortare (vezi lucrarea "Mortare").

Celelalte determinări, rezistenţa la întindere prin despicare pe cilindri, rezistenţa la compresiune din încovoiere pe grinzi armate, rezistenţa la forfecare, deformaţiile, permiabilitatea etc. , sînt prezentate în cadrul disciplinei de beton armat.

BIBLIOGRAFIE

1. Introducere în teoria betonului vol.I — V.NICOLAU
2. Betonul. Materiale utilizate. Proprietăţi şi execuţie — M.HANGANU
3. Materiale de Construcţii — AL.STEOPOE
4. Materiale de Construcţii — B.G.SKRAMTAEV
5. Durabilitatea betonului — AL. STEOPOE
6. Tehnologia betoanelor uşoare — N.MIHAIL
7. Ince[illegible] construcţiilor — ŞT.BĂLAN
8. Teh[illegible] materialelor de construcţii — O.MAŇOLESCU
9. Curs de tehnologia lianţilor şi betoanelor — N.DRĂGOI
10. Cercetări betoane şi mortare — I.D.T. 1959
11. Adausuri pentru betoane — S.HUTTER
12. Betonul de ciment cu adausuri plastifiate — A.SESTOPEROV
13. Curs de beton armat p.1 — C.AVRAM
14. Curs general de tehnologia materialelor de construcţii — S.SOLACOLU
15. Colecţie STAS, vol. I
16. Normativ CSCAS 03.07.56. Condiţii tehnice pentru executarea şi recepţionarea lucrărilor de beton armat.
17. Matériaux des Construction — M. DURRIEZ et ARRAMBIDE
18. Manuel des composition des bètons methode experimentale Valette.
19. Revue des Matériaux de Construction et des travaux publics.
20. Jurnal of the americane concrete Institute.

CUPRINS

	Pag.
INTRODUCERE	3
Capitolul I	
ARGILE	5
Generalităţi	5
Proprietăţile argilelor	11
Incercări fizice şi mecanice	14
Bibliografie	
Stabilizarea pămînturilor	
Bibliografie	61
Capitolul II	
IPSOSUL	62
Generalităţi	62
Incercări fizice şi mecanice	67
Bibliografie	83
Capitolul III	
VARUL	84
Generalităţi	84
Metode de încercare	88
Bibliografie	99
Capitolul IV	
CIMENTUL	1oo
Generalităţi	1oo
Metode de încercare	1o8
Bibliografie	158

Scanned with OKEN Scanner

Pag.

Capitolul V

PIATRA NATURALA PENTRU CONSTRUCTII..... 159
Generalităţi..... 159
Utilizările pietrei naturale de construcţii..... 165
Incercările la piatra naturală..... 166
Bibliografie..... 219

Capitolul VI

AGREGATE..... 221
Generalităţi..... 221
Clasificare..... 222
Determinări asupra agregatelor..... 225
Bibliografie 285

Capitolul VII

E..... 287
Gen 287
Stabili compoziţiei mortarelor 291
Condiţii tehnice..... 300
Metode de încercări la mortare..... 302
Bibliografie..... 319

Capitolul VIII

BETONUL..... 321
Generalităţi..... 321
Materialele componente ale betonului..... 327
Determinarea compoziţiei betonului..... 336
Metode pentru calculul compoziţiei betonului..... 351
Proprietăţi şi determinări asupra betonului proaspăt, neîntărit..... 368
Incercări asupra betonului întărit..... 384
Bibliografie..... 403

Dat la culeș 12.IX.1968. Bun de tipar 12.X.1968. Apărut 31.I.1969. Tiraj 500 ex. legate. Format 0,61/0,86

Tipar executat la Institutul Politehnic Iași

Scanned with OKEN Scanner